Howard C Warren
Princeton, N.J.

Bound 1908

PSYCHOLOGISCHE STUDIEN

HERAUSGEGEBEN VON

WILHELM WUNDT

NEUE FOLGE DER PHILOSOPHISCHEN STUDIEN

III. BAND

MIT EINER TAFEL UND 50 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1907

Inhalt des dritten Bandes.

1. Heft.

Ausgegeben am 8. März 1907.

2. und 3. Heft.

Ausgegeben am 13. August 1907.

4. Heft.

Ausgegeben am 27. September 1907.

5. und 6. Heft.

Ausgegeben am 29. November 1907.

Die Anfänge der Gesellschaft.

Eine völkerpsychologische Studie

von

W. Wundt.

Einleitung.

Das Band, das Mythus und Sitte, das die Normen des Kultus und die Ordnungen des gesellschaftlichen Lebens verknüpft, ist ein so inniges, daß man auf keinem dieser Gebiete einen Schritt tun kann, ohne auf das andere zu stoßen. Wer immer, sei es vom Standpunkt geschichtlicher oder psychologischer Untersuchung aus, den Problemen nahetritt, dem wird daher an nicht wenigen Stellen der Zweifel kommen, was überhaupt in dieser Verkettung der Erscheinungen das Frühere sei: die Organisation der Gesellschaft in ihrer durch äußere Lebenseinflüsse und allgemein menschliche Triebe und Anlagen bedingten Entwicklung, oder die in Brauch und Sitte zum Ausdruck kommende mythologische Anschauung, die, wo sie nicht direkt bestimmte Lebensformen entstehen läßt, doch überall dazu beiträgt, sie in bindende Normen umzuwandeln. So erstrecken sich hier Beziehungen herüber und hinüber, die sich nicht selten zu Wechselwirkungen gestalten, bei denen von einer unbedingten Priorität des einen oder des anderen jener allgemeinen Faktoren der Kultur kaum mehr die Rede sein kann.

Diese Verhältnisse bringen es mit sich, daß auch die Ordnung, in der man die Gegenstände behandelt, bis zu einem gewissen Grade willkürlich bleibt; und diese Willkür wird begreiflicher Weise um so fühlbarer, je komplexer die Erscheinungen werden. Denn im gleichen Maße pflegt bei dem Fortschritt vom Einfacheren zum Verwickelten selbst eine zunächst einseitige Abhängigkeit einer Wechselbeziehung

Platz zu machen. Wenn in meinem Versuch einer Gesamtdarstellung der Völkerpsychologie aus den in der Einleitung zu diesem Werk angedeuteten Gründen die Betrachtung von Mythus und Religion dem Abschnitt über Sitte und Kultur vorangestellt wurde, so ist demnach diese Reihenfolge keineswegs als eine unabänderliche anzusehen. Vielmehr gestehe ich bereitwillig zu, daß hier dem der psychologischen Betrachtung nächstliegenden Weg von den mehr auf inneren Vorstellungs- und Gefühlsmotiven beruhenden Erscheinungen des mythologischen und religiösen Bewußtseins zu den in äußeren Handlungen und ihren Normen sich betätigenden der Sitte, des Rechts und der gesellschaftlichen Ordnung von einem andern, z. B. dem kulturgeschichtlichen Standpunkte aus vielleicht der entgegengesetzte, der gewissermaßen von außen nach innen gerichtete, vorzuziehen wäre. Aber wie dem auch sei, in beiden Fällen wird man in Anbetracht eben jener Abhängigkeitsbeziehungen in allen diesen Äußerungen des geistigen Lebens dem Übelstande nicht entgehen, da und dort aus dem später zu behandelnden Gebiet manches voraussetzen zu müssen. Auch mag sich dieser Übelstand für den Psychologen noch in höherem Maße geltend machen als für den Historiker, weil er aus den seelischen Motiven selbst entspringt. Die Unmöglichkeit, die sich hieraus ergibt, nach den nun einmal aus praktischen Gründen nicht zu vermeidenden Gebietsscheidungen die Tatsachen selber lückenlos zu ordnen, begegnet uns ja übrigens auch schon in der individuellen Psychologie. Empfindung, Gefühl, Vorstellen, Wollen — alle diese Bestandteile des seelischen Lebens sind zumal da, und in welcher Ordnung man sie betrachten möge, man wird nicht umhin können, nicht bloß auf Vorangegangenes zurück-, sondern da und dort auch auf Künftiges vorauszugreifen.

Hierzu kommt nun auf völkerpsychologischem Gebiet noch ein weiteres Moment. Schon der einzelne Mensch ist bekanntlich in den Anfängen seiner geistigen Entwicklung äußeren Einflüssen am zugänglichsten. Je mehr sich ein eigenartiger Charakter in ihm ausbildet, um so mehr gewinnt er aus diesem auch die Antriebe seiner weiteren geistigen Entwicklung, und um so mehr verschließt er sich allmählich äußeren Einflüssen, die dieser Selbstentwicklung im Wege stehen. Was von dem Einzelnen, das gilt aber allem Anscheine nach in noch höherem Grade von der menschlichen Gemein-

schaft. Bei den Naturvölkern begegnen uns auf Schritt und Tritt die überwältigenden Einflüsse der Naturumgebung. Die Kultur nimmt der Natur allmählich ihre Schrecken und weist den Naturkräften ihre Wege an, auf denen sie der menschlichen Arbeit zu Hilfe kommen, ohne deren Erzeugnisse durch die Übermacht ihrer Wirkungen zu zerstören. Die Kultur sammelt so, indem sie nach Unabhängigkeit von der Natur ringt, einen zunehmenden Schatz eigener, mit selbständigem Wachstumstrieb begabter Kräfte. So werden ihre Erzeugnisse zwar niemals ganz frei von der Macht der äußeren Lebensbedingungen; aber sie können doch in weitem Umfang relativ in sich abgeschlossene Gebiete bilden, für die auch die Bedingungen des Verständnisses zu einem großen Teil in ihnen selbst und in den ihnen gleichartigen geistigen Faktoren der Kultur liegen.

Nun gibt es wohl kaum ein Gebiet, auf dem dieses Verhältnis so augenfällig hervortritt, wie das des Mythus und Kultus. Freilich kann auch die Mythologie der Kulturvölker der Rücksichtnahme auf die äußeren Lebensbedingungen und die geschichtlichen Vorgänge, die in die Entwicklung von Religion und Sitte bestimmend eingegriffen haben, nirgends entbehren. In der Mythologie der Inder, Griechen, Römer und Germanen, in den Götterkulten der Babylonier und der Ägypter begegnen uns überall die Spuren eines engen Zusammenhangs nicht bloß mit der Geistesart der Völker, wie sie auch in ihren sonstigen Kulturschöpfungen sich ausspricht, sondern nicht minder mit ihren äußeren Lebensschicksalen und mit ihren politischen und sozialen Zuständen. Aber bei allem dem gewinnen jene Kulturreligionen eine Art selbständigen Lebens, die es bis zu einem gewissen Grade gestattet, ihre Entwicklung, ähnlich wie die der nahe verwandten Gebiete der Kunst und der Philosophie, einigermaßen aus sich selbst zu begreifen. Und wo das nicht zureicht, wo allzu deutlich die äußeren Einflüsse in ihren Rückwirkungen fühlbar werden, da liegen diese doch zumeist in den geschichtlichen Erlebnissen der Völker zu tage. Das verhält sich anders in jenen Anfängen des mythologischen Denkens, die zugleich mit den Anfängen der Gesellschaft zusammenfallen. Hier sind die allgemein menschlichen, von den besonderen Lebensbedingungen unabhängigen Grundlagen des Mythus, so unerläßlich sie gerade hier für das Verständnis desselben sind, doch bei weitem noch nicht

zureichend, um die spezifische Ausbildung, die jener namentlich im Kultus schon auf frühen Stufen gefunden hat, überall begreiflich zu machen. Dabei reichen aber diese Anfänge in prähistorische Zeiten zurück, so daß auf sie überhaupt nur aus sekundären Zeugnissen und Überlebnissen zurückgeschlossen werden kann; und unter diesen Zeugnissen nimmt die mythologische Tradition selbst eine hervorragende Stelle ein. So bewegt man sich denn hier in einem eigentümlichen Zirkel. Auf der einen Seite begegnen wir überall den Spuren des Einflusses, den die sozialen Zustände und ihre Veränderungen auf Mythus und Kultus und deren Weiterentwicklung ausgeübt haben. Auf der andern Seite gehören doch wiederum Mythen und kultische Bräuche zu den Quellen, die uns selbst erst Aufschlüsse über die Gesellschaft einer primitiven Kultur geben sollen. Wo jedoch immer die Umstände es fügen, daß beides, der Kultus und die soziale Organisation, noch annähernd einander entsprechen, da sind beide so innig verwachsen, daß nun erst recht die Frage nach der Priorität der einen oder der andern Seite einer Erscheinung zweifelhaft werden kann. Von dem Ganzen einer solchen Erscheinung wird aber im allgemeinen stets vorauszusetzen sein, daß gewisse Faktoren den Bedingungen des sozialen Lebens, andere dem mythenbildenden Bewußtsein angehören. Hier liegt dann zugleich der Punkt, wo natürlich keine dieser Seiten der andern entbehren, und wo daher die psychologische Untersuchung des Mythus, wenn sie aus sonstigen Gründen der Geschichte der Gesellschaft vorangestellt wird, gewisser Antizipationen aus der letzteren nicht entraten kann.

Tritt man von solchen Gesichtspunkten ausgehend den bei primitiven Völkern vorkommenden Mythenbildungen und besonders denjenigen gegenüber, die in bestimmten kultischen Zeremonien und Festen einen tieferen Zusammenhang mit dem Leben erkennen lassen, so bietet sich nun zunächst eine Tatsache, die jener Abhängigkeit des primitiven Menschen von äußeren Lebensbedingungen zu widersprechen scheint. Sie besteht darin, daß nicht etwa die primitivste mythologische Stufe den engsten Zusammenhang mit der äußeren sozialen Kultur erkennen läßt, sondern daß ein solcher überall erst da zu bemerken ist, wo eine gewisse Tradition der Sitte und damit zugleich eine Kontinuität des Lebens eingetreten

ist, die zwar einer geschichtlichen Überlieferung noch fernliegt, aber doch als der Keim einer solchen betrachtet werden kann. Nicht der primitive Seelenglaube mit seinen der Furcht vor den Geistern entstammenden ursprünglichsten Totenkulten ist es daher, der einen Zusammenhang zwischen den Formen des Kultus und den Ordnungen der Gesellschaft in irgendwie auffälligem Grade aufweist. Vielmehr, wie der primitive Seelenglaube mit seinen aus einem jedesmaligen individuellen Schutzbedürfnis entspringenden Zauberbräuchen die tiefste Schicht zu sein scheint, auf die wir bei dem Rückgang auf primitive Zustände überall stoßen, so ist er offenbar auch die beharrlichste, die im Volksaberglauben zurückbleibt, nachdem die folgenden mythologischen Stadien spurlos oder bis auf geringe, in ihren Verwandlungen kaum mehr erkennbare Reste dem Gedächtnis entschwunden sind. So ist gerade die animistische Stufe, abgesehen von wenigen vereinzelt bleibenden lokalen Eigentümlichkeiten, im ganzen die nach Zeit und Raum unveränderlichste, eben darum aber auch die von den allgemeinen Bedingungen der sozialen Kultur unabhängigste. Hier stimmen noch heute die Zauberbräuche der australischen Wilden oder der brasilianischen Waldindianer und die Grundbestandteile des Volksaberglaubens der europäischen Kulturvölker im wesentlichen überein. Das begreift sich eben daraus, daß es durchweg rein individuelle Motive sind, solche zugleich, die mit dem Leben des Menschen unabänderlich verwachsen bleiben, aus denen diese primitivsten Formen hervorgehen.

Sobald wir uns jedoch über diese Stufe erheben, so verändert sich die Situation. Alle die mythologischen Elemente, die nun zu jener im wesentlichen überall gleichförmigen Grundschicht hinzutreten, zeigen sich, wenngleich es auch hier an allgemeinen Übereinstimmungen nicht fehlt, doch in mannigfaltigerer Weise differenziert, und sie sind außerdem so unverkennbar von sonstigen äußeren Bedingungen, darunter in erster Linie von den Formen des Zusammenlebens beeinflußt, daß gerade die ersten Anfänge sozialer Kultur ihre tiefsten Spuren auch im Mythus und Kultus zurückgelassen haben. Dabei reichen freilich auch diese Spuren vielfach noch in eine spätere Zeit hinein. Immerhin geschieht das niemals wieder in jener relativ unveränderlichen Weise, in der sich der ursprüngliche Seelenglaube innerhalb der verschiedensten sonstigen

Kultusformen behauptet. Sobald eben einmal die Entwicklung des gesellschaftlichen Lebens ihre Wirkungen geltend zu machen anfängt, bringt auch jede weitere Phase dieser Entwicklung neue Wirkungen hervor, die sich jetzt in einem fortwährenden Bedeutungswandel der herrschenden Grundmotive und demzufolge auch in einem allmählichen Wandel der Anschauungen selbst äußern.

Es gibt wohl kein Gebiet mythologischer Erscheinungen, für welches diese Abhängigkeit von dem Zustand der Gesellschaft so augenfällig zutrifft wie jene frühesten und zugleich ausgeprägtesten Formen eines Tierkultus, die die neuere Ethnologie unter dem Namen des Totemismus zusammenfaßt. Dieser hat weit später als der primitive Animismus die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, was eben aus dem starken Bedeutungswandel, dem er ausgesetzt ist, begreiflich wird. Eine so bekannte Erscheinung daher der Tierkultus in seinen Vermischungen mit den späteren Götterkulten ist, in denen er tief in die religiöse Entwicklung der Kulturvölker hineinreicht, so pflegt doch noch heute die Beziehung dieser Vorstellungen zu den primitiveren Formen eines Tierkultus, wie sie uns in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung namentlich bei den australischen und amerikanischen Urbevölkerungen begegnen, im ganzen wenig Beachtung zu finden. Man zieht es in der Regel vor, hier, wie in so manchen andern Fällen, die Tatsachen irgend einer Mythologie, mag sie noch so sehr die Spuren einer späten Entwicklungsstufe an sich tragen, so gut es geht aus sich selbst oder aus andern, dem gleichen Stadium angehörenden Mythenbildungen zu erklären. Insbesondere den Tierkultus pflegt man daher, wo immer er sich in Spuren oder selbst in mehr ausgebildeten Formen vorfindet, wenn nicht als eine seltsame Verirrung der mythenbildenden Phantasie, so mindestens als eine willkürliche Symbolisierung von Göttern zu betrachten, die den Zweck habe, irgend eine Eigenschaft des Gottes an dem ihm beigegebenen »heiligen Tier« zu exemplifizieren. Daß dies der psychologische Ursprung solcher Tierverehrung nicht sein kann, ist ziemlich einleuchtend. Abgesehen davon, daß wahrscheinlich in vielen Fällen das heilige Tier nicht die ihm zugeschriebenen Eigenschaften auf den Gott übertragen, sondern umgekehrt diese erst von ihm empfangen hat, würde der hier postulierte psychologische Vorgang stillschweigend irgend eine erfinde-

rische Priesterweisheit voraussetzen, der die Einführung solcher Symbole zu danken wäre. Nun wird man freilich die Vorstellungen des australischen oder amerikanischen Totemismus nicht ohne weiteres auf die Tiergötter, Tierungeheuer und heiligen Tiere der babylonischen, ägyptischen, griechischen oder anderer Mythologien übertragen können. Aber wo uns, wie hier, eine Vorstellungsform innerhalb der Kulturreligionen nur auf verhältnismäßig fortgeschrittenen, von ihren Ausgangspunkten mutmaßlich weit entfernten Stufen begegnet, da ist es doch eine berechtigte Forderung, daß man zunächst auf die allem Anscheine nach diesen Ausgangspunkten näher liegenden Gestaltungen zurückgehe, in denen wir verwandte Erscheinungen bei primitiven Völkern antreffen. Das schließt natürlich nicht ein, daß man nun sofort die entwickeltere Form direkt aus der ursprünglicheren ableite. Vielmehr wird man auch hier den Bedeutungswandel in Rechnung bringen müssen, dem die mythologischen Gebilde nicht weniger wie die Wörter der Sprache ausgesetzt, und bei dem als wesentliche Faktoren neu hinzutretende mythologische Anschauungen beteiligt sind. Darum mag es ja sein, daß in manchen Fällen das Tier, dem ein Kultus geweiht ist, zum bloßen Symbol einer göttlichen Kraft wird. Aber für das mythologische Verständnis der Erscheinungen ist es doch ein großer Unterschied, ob wir uns mit diesem Endergebnis eines weit zurückreichenden Prozesses begnügen, oder ob wir uns mit Hilfe anderweitiger Zeugnisse darüber Rechenschaft zu geben suchen, wie jenes Endergebnis entstanden sei.

Hier liegt nun zugleich einer der Punkte, wo offenbar die ethnologische Untersuchung berufen ist, die Lücken auszufüllen, die die historische Betrachtung in der Entwicklungsgeschichte der Religion offen läßt. Für den Mythus trifft das womöglich noch in höherem Grade zu als für die Sprache. Denn einerseits sind die ursprünglichen Quellen der Mythenbildung innerhalb der Mythologien der Kulturvölker im allgemeinen noch weit mehr verschüttet oder durch ihr Zusammenfließen mit andern mythologischen Strömungen unkenntlich geworden; und anderseits sind doch die Erscheinungen selbst, namentlich ihre primitiveren Formen, sehr viel gleichartiger als die der Sprache, wie das schon jenes oben berührte Überleben gerade der primitivsten Vorstellungen in den Anschauungen und

Bräuchen der Kulturvölker beweist. Trotzdem besteht namentlich in den Kreisen der von der klassischen Philologie herkommenden Vertreter der Religionsgeschichte vielfach auch hier immer noch eine ausgesprochene Abneigung gegen jede Art von Anlehnung an die Tatsachen der Völkerkunde. Man meint, wie es scheint, nicht nur den Religionen, sondern auch den Mythologien der Kulturvölker etwas von ihrer Würde zu vergeben, wenn man einen den zurückgebliebenen Rassen entlehnten Maßstab an sie anlegt. So ist es bezeichnend genug, daß selbst ein Mann wie Hermann Usener, der sich, abgesehen von seinen wertvollen philologischen Arbeiten, auch um die Aufsuchung der in mannigfachen Überlieferungen und Sitten fortlebenden Reste alter mythologischer Anschauungen besondere Verdienste erworben hat, von dem Totemismus gelegentlich wie von einer Modekrankheit spricht, von der infiziert zu sein er einem Gelehrten wie William Robertson Smith einigermaßen zum Vorwurf macht[1]). Es mag sein, daß die Einseitigkeit, mit der Herbert Spencer und manche, die sich ihm anschlossen, den primitiven Animismus als die ausschließliche Quelle aller Mythologie und Religion proklamierten, an dieser ablehnenden Haltung einen nicht unberechtigten Anteil hat. Nicht minder wird man den von einigen Anthropologen gemachten Versuch, eine unmittelbare Identität des primitiven Totemismus mit jeder irgendwie gearteten Tierverehrung oder mit den noch heute an gewisse Tiere geknüpften Vorstellungen und Volksbräuchen nachzuweisen, als eine Einseitigkeit ansehen dürfen, die dem sonst von diesen Forschern vertretenen Prinzip der Entwicklung ebenso wie dem durchweg komplexen Charakter der Erscheinungen nicht gerecht wird[2]). Aber darum den Totemismus selbst für ein Modevorurteil gewisser Ethnologen zu halten, das verbietet denn doch die weite Verbreitung und der in den wesentlichsten Eigenschaften übereinstimmende Charakter dieser Erscheinungen, wie er vor allem durch die Bemühungen der englischen und amerikanischen Forscher festgestellt ist, die zum Teil Monate lang unter den Eingeborenen Australiens und Nordamerikas gelebt, ihre Legenden gesammelt und ihre Kulte beschrieben haben. In der Tat wird daher eine derart

[1]) H. Usener, Götternamen. Bonn 1896, S. 254.

[2]) Vgl. z. B. als einen derartigen Versuch N. W. Thomas, Animal Superstitions and Totemism, Folk-Lore XI, London 1900, p. 235 ff.

geringschätzige Beurteilung überhaupt nur aus der verhältnismäßigen Neuheit dieses Forschungsgebietes und der daraus entspringenden Unbekanntschaft mit demselben verständlich.

Auf die Erscheinungen des sogenannten Totemismus selbst, auf seine Kulte und seinen Zusammenhang mit dem primitiven Animismus, dem Dämonenglauben und den in den Mythologien aller Kulturvölker enthaltenen Elementen oder Resten eines Tierkultus soll jedoch hier nicht eingegangen werden. In dem zweiten Teil des den Mythus und die Religion behandelnden Bandes meiner Völkerpsychologie sind die hierher gehörigen Fragen zum Teil erörtert. Die folgenden Zeilen werden sich daher nur mit derjenigen Seite des Totemismus beschäftigen, auf die an jener Stelle bloß vorläufig hingewiesen werden konnte, weil sie jenseits der eigentlich religionspsychologischen Aufgaben liegt: mit deren Beziehung zu den Ordnungen der Gesellschaft. Bei dem engen Zusammenhang, in dem, wie oben bemerkt, auf primitiven Stufen Mythus und Kultus und die Formen der Gesellschaft überhaupt zu einander stehen, ist das Studium der innerhalb der Gebiete des Glaubens an tierische Ahnen und Schutzdämonen bestehenden Gesellschaftsordnungen eine unerläßliche Vorbedingung für die Beantwortung vieler an diese Glaubens- und Kultformen geknüpften Fragen. Insbesondere gilt das von der für das Verständnis des Totemismus entscheidenden Grundfrage, inwiefern das totemistische System eine unmittelbare Wirkung der innerhalb der gleichen Gebiete bei räumlich weit getrennten Völkern mit auffallender Regelmäßigkeit vorkommenden Form der sozialen Organisation ist, oder inwiefern sich umgekehrt die letztere selbst vielleicht unter dem Einfluß totemistischer Vorstellungen entwickelt hat. So sind denn die nachfolgenden Betrachtungen zunächst als ein soziologischer Exkurs des den Totemismus behandelnden Abschnitts der Völkerpsychologie entstanden. Da sie jedoch ihrem wesentlichen Inhalte nach aus dem hier behandelten mythologischen Thema hinausführten, so hielt ich es für geboten, sie dem dritten, das Gebiet der Sitte und der sozialen Kultur behandelnden Teil des Werkes vorzubehalten, wo diese Probleme eingehender, als es hier geschehen konnte, und zugleich im Zusammenhang mit den an jene primitiven Stufen sich anschließenden weiteren sozialen Entwicklungen behandelt werden sollen. Im Hinblick auf die oben berührten nahen

Beziehungen zu den totemistischen Kulten schien es mir aber zweckmäßig, jenen in Wegfall gekommenen soziologischen Exkurs hier einstweilen in abgesonderter Darstellung mitzuteilen, um so mehr, da gerade auf diesem Gebiet sehr von einander abweichende und umstrittene Anschauungen, weniger über die Erscheinungen selbst als über ihre ursprünglichen Motive verbreitet sind. Solche Meinungsunterschiede wirken jedoch unvermeidlich auch in einem gewissen Grade auf die psychologische Deutung der begleitenden Mythen und Kulte zurück. In diesem Sinne bitte ich die folgenden Erörterungen als eine Ergänzung der die soziale Bedeutung des Totemismus behandelnden Ausführungen meiner Völkerpsychologie zu betrachten, wobei, diesem nächsten Zweck entsprechend, von solchen soziologischen Fragen, die außerhalb des hier im Vordergrund stehenden mythologischen Themas liegen, so viel wie möglich abgesehen worden ist.

1. Die ursprüngliche Stammesgliederung.

Allem Anscheine nach kommen die Zustände der ein unstetes Jägerleben führenden Stämme Australiens, namentlich im Innern und im Norden dieses Kontinents, unter den unserer Beobachtung zugänglichen und zugleich zureichend erforschten menschlichen Rassen dem Bilde, das wir uns von der ursprünglichen Organisation der menschlichen Gesellschaft zu machen haben, am nächsten. Entsprechen auch diese Zustände sichtlich nicht mehr einem wirklichen Urzustand, so lassen sie doch wohl mit der größten in solchen vorgeschichtlichen Dingen möglichen Wahrscheinlichkeit auf ihn zurückschließen. Wenn wir diese in ihrem äußeren Leben meist nur lose zusammenhängenden, aber in Kultur und Sitte eng verbundenen Abteilungen der australischen Rasse Stämme nennen, so soll übrigens damit nicht blos ausgedrückt sein, daß die Mitglieder eines solchen Verbandes aller Wahrscheinlichkeit nach gemeinsamer Abstammung sind, sondern es muß hier noch ein weiteres Merkmal hinzugenommen werden, das bei allen bis jetzt genauer beobachteten Stämmen dieser und anderer eine ähnliche Stufe primitiver Kultur einnehmender Rassen anzutreffen ist. Dieses Merkmal besteht darin, daß jeder einzelne Stamm eine regelmäßige Gliederung zeigt, vermöge deren er in Unterabteilungeu zerfällt, deren Verhältnis zu einander durch

bestimmte Normen der Sitte geordnet ist. Ein Mangel solcher Gliederung kommt selbst innerhalb der primitivsten Kultur wahrscheinlich nur dann vor, wenn sich Teile des Stammes von dem Ganzen, zu dem sie ursprünglich gehörten, getrennt haben und nun in einzelnen Gruppen ein unregelmäßiges Wanderleben führen, das festere Normen des Verkehrs nicht mehr aufkommen läßt.

Eine ähnliche ungeordnete Ansammlung von Individuen besitzt Europa annähernd heute noch in den Zigeunerbanden, wenn man von ihren aus einer früheren Kultur übernommenen Eheverbänden und ihrer Unterordnung unter einzelne frei gewählte Führer absieht. Man pflegt jede solche nicht oder nur unregelmäßig gegliederte Verbindung Einzelner, gleichgültig ob sie eine ursprüngliche oder eine spät enstandene gesellschaftliche Bildung ist, als eine Horde zu bezeichnen. Natürlich können sich diese Hordenbildungen, wenn sie in eine spätere Kultur hineinreichen, wo sie wahrscheinlich stets durch Zerfall einer ursprünglich festeren Organisation entstanden sind, niemals ganz dem Einflusse der sie umgebenden sozialen Ordnung entziehen. Sie nehmen gewisse Gewohnheiten und Sitten aus der Gesellchaft, von der sie sich getrennt haben, in ihren verwilderten Zustand hinüber. Ursprüngliche Horden sind aber allem Anscheine nach nirgends auf Erden mehr aufzufinden. Trotzdem bieten uns die Verhältnisse der primitiven Stammesorganisation Merkmale, die mit der größten Wahrscheinlichkeit darauf zurückschließen lassen, daß der in verschiedene Abteilungen gegliederte Stamm dereinst aus einer Horde hervorgegangen, und daß daher die Horde nicht bloß in einzelnen Fällen ein Endzustand sein kann, in den die Gesellschaft bei ihrer Auflösung übergeht oder dem sie sich nähert, sondern daß sie auch als der Anfangszustand angesehen werden muß, daß also der Stamm mutmaßlich überall dereinst aus der Horde entsprungen ist. So kann die ungegliederte, aus einer Menge von Individuen gleicher Abstammung bestehende Horde zwar weder innerhalb der heutigen Menschheit noch auf Grund direkter historischer Zeugnisse in der Vergangenheit nachgewiesen werden. Gleichwohl ist sie, sofern man sich überhaupt die Erscheinungen psychologisch verständlich machen will, als die Urform anzusehen, aus der sich zunächst die Stammesgliederung und dann aus dieser die weitere Organisation der Gesellschaft entwickelt hat. In der

Tat wird nun diese Voraussetzung durch die Beobachtung der wirklichen Stammesgliederungen, wie sie sich uns innerhalb einer verhältnismäßig primitiven Gesellschaftsordnung darbieten, auf das vollkommenste bestätigt.

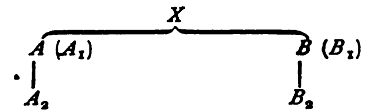
Mit einer Übereinstimmung, die wohl nur aus der langen Isolierung dieser Rasse begreiflich wird, weist nämlich vor allem die Einteilung der australischen Stämme deutlich auf die undifferenzierte Horde zurück, aus der sie dereinst hervorgegangen sein muß. Das Prinzip dieser Stammesgliederung ist die ursprünglichste und einfachste Form der Teilung: die Zweiteilung. Allerdings ist jene Gliederung nur in verhältnismäßig seltenen Fällen auf die einfache Zweiteilung beschränkt geblieben. Aber wo sie darüber hinausgeht, da bieten sich fast überall Untergliederungen, die ihrerseits wieder nach dem gleichen Prinzip erfolgt sind, so daß mit Sicherheit auf eine ihnen vorausgehende einfache Zweiteilung zurückzuschließen ist. Die Zahlen 2, 4 und 8 repräsentieren danach die Grundformen der australischen Stammesgliederung nach dem folgenden Schema:

$$1)\quad X\begin{cases}A\\ B\end{cases}\qquad 2)\quad X\begin{cases}A\begin{cases}A_1\\ A_2\end{cases}\\ B\begin{cases}B_1\\ B_2\end{cases}\end{cases}\qquad 3)\quad X\begin{cases}A\begin{cases}A_1\begin{cases}a_1\\ a'_1\end{cases}\\ A_2\begin{cases}a_2\\ a'_2\end{cases}\end{cases}\\ B\begin{cases}B_1\begin{cases}b_1\\ b'_1\end{cases}\\ B_2\begin{cases}b_2\\ b'_2\end{cases}\end{cases}\end{cases}$$

X bezeichnet hier die ursprüngliche Horde, die in Wirklichkeit nirgends mehr existiert. Durch A, B, A_1, B_1 usw. werden die sukzessiven Untergliederungen angedeutet, die aus der im Laufe der Zeit entstandenen Hordenteilung hervorgegangen sind. Danach sind alle *A*-Glieder mit einander näher verwandt, als mit den *B*-Gliedern, und ähnlich verhält es sich mit diesen und weiteren Unterabteilungen. Nehmen wir die Stufe 3, über die ein sicherer Nachweis der Teilungen nicht mehr hinausgeht, als die obere Grenze an, so lassen sich demnach drei Typen der Stammesgliederung unterscheiden: der zweiteilige, vierteilige und achtteilige. Nach den australischen Stämmen, bei denen sich diese Teilungen besonders ausgeprägt vorfinden, kann man das Zweiklassensystem als den Diēri-, das Vierklassensystem

als den Kamilaroi- und das Achtklassensystem als den Arunta-Typus bezeichnen[1]).

In manchen Fällen sind nun bei den mehrgliederigen Teilungen die Namen der früher entstandenen Abteilungen, die sich in die späteren vier oder acht Gruppen geschieden haben, erloschen. Dies mag zum Teil davon herrühren, daß bei solchen zusammengesetzten Systemen einige der Unterabteilnngen, die zumeist wohl einer jüngeren Generation angehören, direkte Fortsetzungen der älteren Hauptabteilungen, die anderen dagegen spätere Abzweigungen aus diesen sind. In einer viergliedrigen Organisation nach dem System 2 können also z. B. A_1 und B_1 unmittelbar den ursprünglichen Abteilungen A und B entsprechen, von denen sich dann A_2 und B_2 gesondert haben, so daß eine Vierteilung nach folgendem Schema entsteht:



Außerdem finden sich von den regelmäßigen Typen, wie sie die Schemata 1, 2 und 3 zeigen, Abweichungen, die entweder durch irgend welche sekundäre Teilungen, die nur eine der Abteilungen und Unterabteilungen betroffen haben, oder auch durch Aussterben, Auswanderung und Zerstreuung veranlaßt sein mögen[2]). Daß es sich hier im wesentlichen um Störungen handelt, die ein mit naturgesetzlicher Regelmäßigkeit verlaufender Prozeß durch scheinbar zufällige äußere Einflüsse erfuhr, das verrät sich namentlich auch in der Zunahme solcher Abweichungen mit der Zahl der Gliederungen. Es ist ja selbstverständlich, daß mit dieser Zahl und mit der damit zusammenhängenden längeren genealogischen Entwicklung die Wahrscheinlichkeit störender Unterbrechungen des Verlaufs zunimmt. Auch gibt es offenbar neben dem Eintritt weiterer Untergliederungen noch einen zweiten Vorgang, der bei zunehmender Volkszahl dem allzu

[1]) A. W. Howitt, The native Tribes of South-East Australia, 1904, p. 88 ff. Über den Diëri-Typus ebend. p. 91, den Kamilaroi-Typus p. 104, den Arunta-Typus p. 118. Vgl. dazu die nur in Einzelheiten und zum Teil in Namen abweichenden Angaben von Spencer and Gillen, The northern Tribes of Central Australia, 1904, p, 70 ff.

[2]) Beispiele solcher Anomalien bei Howitt, a. a. O. p. 120 ff.



großen Wachstum der einzelnen Abteilungen steuern kann: er besteht in der Auswanderung, die durch äußere Einflüsse begünstigt werden mag, in der Regel aber wohl dadurch veranlaßt ist, daß bei zunehmender Bevölkerung die Lebensbedingungen ungünstiger werden, so daß ein Teil eines Stammes sich trennt, um weit entfernte Jagdgründe aufzusuchen. In diesem Fall geht infolge der räumlichen Entfernung des neuen Gebietes der Zusammenhang mit den früheren Stammesgenossen natürlich verloren, während die soziale Organisation selbst unverändert bleiben kann oder höchstens dadurch, daß einzelne Abteilungen des Mutterstammes unter den Auswanderern nicht vertreten sind, eine Abweichung eintritt. Auf solche Verhältnisse weist namentlich die Tatsache hin, daß die Abteilungen getrennter Stämme zuweilen die gleichen Namen führen[1]).

Als eine letzte, weitestgehende Abweichung tritt endlich in einigen Fällen die ein, daß an die Stelle der genealogischen Form der ursprünglichen Scheidung eine bloß räumliche tritt, wobei nun die Bewohner benachbarter Gebiete ähnliche durch Sitte und gemeinsame Kulte aufrecht erhaltene Beziehungen unter einander pflegen, wie sie sonst zwischen den Gliedern eines Stammesverbandes stattfinden[2]). Diese Erscheinung, die wohl ebenfalls mit der Auswanderung von Stammesteilen zusammenhängt, bietet ein doppeltes Interesse. Erstens ist sie ein Beleg für die psychologisch wichtige Tatsache, daß Sitten und Kulte, die an eine bestimmte Form sozialer Organisation gebunden sind, diese Form lang überdauern können, wobei sie ihr äquivalente, aber auf anderer Grundlage ruhende Formen erzeugen. Zweitens ist speziell die Ablösung der genealogischen durch die örtliche Trennung der Stammesglieder ein Vorgang, der auf den späteren Stufen der sozialen Entwicklung in umfassenderem Maße eintritt, und der dann zugleich den Übergang der Stammesorganisation in eine politische Verfassung vorbereitet.

2. Die Normen des Eheverkehrs und die Totemnamen.

In allen den Fällen, in denen die Namen der Abteilungen zweifelhaft machen könnten, ob es sich um mehrere Stämme und nicht

---

[1]) Charakteristische Beispiele bieten hier namentlich zahlreiche Stämme nach dem Kamilaroi-Typus (Howitt a. a. O. p. 106 ff.).

[2]) Howitt a. a. O. p. 134 ff.

bloß um einen einzigen über ein weiteres Territorium verbreiteten handelt, pflegen nun die Normen der Eheschließung Kriterien der Stammeseinheit zu bilden. Denn nur den Mitgliedern von Abteilungen, die einem und demselben Stamm angehören, ist es gestattet, unter einander zu heiraten. Diese offenbar auf dem fortdauernden Bewußtsein der Stammesgemeinschaft beruhende Regel empfängt aber eine wichtige Begrenzung durch das Verbot, dass Mitglieder der gleichen Abteilung sich nicht heiraten dürfen. Diese Norm der Wechselheirat wird uns als eine Erscheinung, welche mit den Vorstellungen über das Verhältnis der Eltern zu ihren Kindern zusammenhängt, unten näher beschäftigen. Hier ist derselben nur als des Merkmals zu gedenken, das auf der Stufe primitiver sozialer Organisation die Grenzen der Stammeseinheit und damit zugleich die jener Organisation selbst bezeichnet. Wohl können in einzelnen Fällen anomale Vermischungen verschiedener Stämme vorkommen, oder es kann der gelegentlich geübte Frauenraub über die Grenzen des Stammes hinausgreifen. Aber alles das bleibt Ausnahme, eine Tat des Einzelnen, die zumeist zugleich als ein Verstoß gegen die Normen der Stammesordnung betrachtet wird. Der nach dem Prinzip der Zweiteilung gegliederte und durch das Gesetz der Wechselheirat seiner Gruppen zusammengehaltene Stamm bezeichnet daher gleichzeitig nach unten wie nach oben eine gesellschaftliche Einheit: nach unten, weil die einzelne Abteilung oder die zu ihr gehörige Gruppe vermöge des Systems der Wechselheiraten keine selbständig existierende Einheit mehr ist; nach oben, weil keinerlei auf bestimmte weitere Lebenszwecke gerichtete Normen eine Mehrheit von Stämmen zu einer höheren Einheit verbinden.

Dagegen umfassen die nach dem Prinzip der Zweiteilung geordneten Glieder eines Stammes noch engere, durchweg jedoch unregelmäßigere und zum Teil sogar wechselnde Untergliederungen, indem innerhalb jeder Hauptabteilung wieder bestimmte Gruppen von Individuen zu Verbänden vereinigt sind, die bald beschränktere Beziehungen der Wechselheirat mit einander pflegen, bald eine Art primitiver Familieneinheit bilden, nicht selten aber auch sich zu sonstigen Zwecken zusammentun. Das gemeinsame Kennzeichen dieser besonderen Verbände, das sich von ihnen aus nur in seltenen Fällen auf die eigentlichen Stammesklassen übertragen hat, besteht nun darin, daß jeder

Verband, mag er aus wenig oder viel Mitgliedern bestehen, nach einem Tier, viel seltener nach einem dem Tier analog gedachten andern Naturgegenstand genannt wird. Dieses Tier oder dieser Gegenstand ist das bei verschiedenen Stämmen wieder mit verschiedenen Namen belegte, von den Ethnologen nach einer bei gewissen Indianerstämmen Nordamerikas vorkommenden Bezeichnung so genannte Totem. Mit der Natur und dem Ursprung der Totems und der mit ihnen zusammenhängenden Vorstellungen und Bräuche haben wir uns hier nicht zu beschäftigen, da diese Fragen der Psychologie des Mythus und Kultus zufallen[1]). An dieser Stelle ist der Totems nur insofern zu gedenken, als ihre Namen zugleich bei diesen letzten, zumeist nicht in die ursprüngliche Stammesgliederung eingreifenden Gruppenbildungen der primitiven Gesellschaft eine Rolle spielen. Indem aber das Totem ein wichtiges, auf der Stufe der Gesellschaftsbildung allem Anschein nach das vornehmste Kultobjekt ist, ragen hier, wie diese Verwendung der Totemnamen für die Untergruppen zeigt, mythologische Vorstellungen und Kultgebräuche als wichtige Faktoren mitten in die Gesellschaftsordnung hinein. Dabei bleibt es allerdings für die in der australischen Gesellschaft erreichte Stufe charakteristisch, daß der Totemname zwar alle besonderen Lebensverhältnisse und die von ihnen ausgehenden Gruppierungen beherrscht, daß er aber nur ausnahmsweise auf die Abteilungsnamen und niemals auf die Stammesnamen übergreift. Vielmehr werden diese durchweg entweder äußerlichen Merkmalen, die mit kultischen Zwecken nichts zu tun haben, wie z. B. der geographischen Verbreitung, entnommen, oder sie sind völlig unbekannten Ursprungs.

3. Zusammengesetztere Formen der Stammesverfassung.

Trägt auf der niedersten Stufe sozialer Ordnung, wie sie uns durchgängig die australischen Verhältnisse bieten, der einzelne Stamm zum Teil noch deutlich die Züge der undifferenzierten Horde an sich, aus der er durch einfache oder mehrfache Gliederung hervorgegangen ist, so bieten nun die Verfassungen der nordamerikanischen Indianerstämme, soweit sie selbst oder in Traditionen noch erhalten geblieben

[1]) Vgl. Völkerpsychologie, Bd. 2, Teil II, S. 238 ff., 264 ff.

sind, dem gegenüber ein wesentlich verwickelteres Bild. Gleichwohl wird auch dieses erst in seiner Entstehung verständlich, wenn man es als eine Weiterbildung und teilweise Ergänzung jenes einfacheren Systems auffaßt, wie es im allgemeinen bei den australischen Stämmen anzutreffen ist. Am instruktivsten sind in dieser Hinsicht die Einrichtungen der Irokesen. Das Prinzip der Zweigliederung, das auf den Ursprung aus einer primitiven Horde zurückweist, ist auch hier verwirklicht. Nicht minder ist die Beziehung zum Kultus, wie er vor allem in der engen Verbindung mit dem Glauben an die Totemtiere als die Ahnen und Schutzgeister der einzelnen Gruppen sich ausspricht, im wesentlichen der nämliche. Aber in doppeltem Sinne bietet das nordamerikanische System einen Fortschritt über das australische. Erstens ist die äußere Gliederung der Stämme komplizierter und umfassender geworden. So zerfiel das Volk der Irokesen in zwei Hauptstämme, deren jeder wieder in zwei Abteilungen getrennt war, die sich dann meist in je vier Gruppen und in deren Untergruppen schieden. Lewis Morgan hat unter Anlehnung an die alten Gentilverfassungen Griechenlands und Roms, an die diese Verhältnisse erinnern, jene nächsten Abteilungen der Stämme als »Phratrien« und die weiteren Gruppen, in die sie zerfielen, als »Gentes« und »Subgentes« bezeichnet. Danach läßt sich die Stammesverfassung der Irokesen kurz in dem folgenden idealen Schema übersehen:

	Stamm I		Stamm II	
	1. Phratrie	2. Phratrie	1. Phratrie	2. Phratrie
Gentes:	*A B C D*	*E F G H*	*A' B' C' D'*	*E' F' G' H'*

Die Phratrien waren offenbar aus der Spaltung des einheitlichen Stammes vor der Existenz der Gentes hervorgegangen. Diese sind also erst aus einer weiteren Teilung der Phratrien entsprungen. Dafür sprechen auch vor allem die Erscheinungen der Wechselheirat, die nach der Tradition der Irokesen dereinst zwischen den beiden Phratrien des gleichen Stamms bestand, sich aber zu der Zeit des ersten Bekanntwerdens dieser Verfassung bereits auf die Gentes innerhalb je einer Phratrie beschränkt hatte, wogegen zwischen den Phratrien, deren Bedeutung überhaupt zurückgetreten war, kein Eheverkehr mehr stattfand. Die vier Gentes einer jeden Phratrie waren aber auch hier offenbar sukzessiv entstanden, da in der Regel eine bestimmte der vier Gentes als die älteste bezeichnet wurde, der die

andern erst nachgefolgt seien [1]). Auch hier war übrigens der Eheverkehr in ähnlicher Weise wie bei den australischen Stämmen geregelt, so also, daß die Männer einer bestimmten Gens sich mit Frauen aus einer andern, ihnen zugeordneten, und die Männer dieser wieder mit Frauen jener verbanden.

Danach ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß die vier Gentes der Phratrien ebenfalls aus Zweiteilungen hervorgegangen sind, und daß diese in jener Form sukzessiver Abzweigung jüngerer von älteren Stammesteilen erfolgten, die wir schon bei den Australiern als die wahrscheinliche Form dieses Prozesses kennen lernten. Fassen wir danach jeden der beiden Irokesenstämme als eine selbständige Einheit auf, so repräsentiert diese gegenüber den drei Stufen, die wir nach dem auf S. 12 entworfenen Schema das australische System durchlaufen sahen, eine weitere, mit ihren Subgentes zumeist 16-teilige Stufe. Sind die beiden Hauptstämme als ursprüngliche Abteilungen einer einstigen Horde anzusehen, so würde sie sich zu einer 32-stufigen Teilung erweitern. Dies letztere ist freilich zweifelhaft, da Beziehungen zwischen den Stämmen I und II, wie sie bei den Phratrien wenigstens in der Tradition noch existieren, hier völlig verschwunden sind. Wohl gab es noch eine lose Vereinigung dieser Stämme, aber sie war nicht genealogischer, sondern rein politischer Art, und sie trat nur unter einem eigens zu diesem Zweck gewählten Häuptling ins Leben, wenn äußere Gefahren zu einem kriegerischen Zusammenschluß führten. Der Bund der Stämme, der diese höchste Einheit repräsentiert, war daher seinem Wesen nach nicht mehr ein Glied der Stammesorganisation, sondern er hatte durchaus den Charakter einer nachträglich entstandenen politischen Schöpfung angenommen, und er stellte so eine Art Zwischenglied her zwischen einem reinen Geschlechtsverband und einer politischen Verfassung, ähnlich wie wir solche Übergänge, nur mit noch stärkerem Übergewicht der politischen Elemente, in den ältesten auf Gens und Phratrie zurückgehenden Verfassungen Griechenlands und Roms und in den Sippengemeinschaften der Germanen vorfinden.

---

[1]) Lewes H. Morgan, Ancient society, 1877. Part. II, chap. 2—5. Deutsche Ausg. 1891, §. 52 ff. Über die soziale Organisation einzelner Stämme vgl. außerdem J. O. Dorsey, Ethnol. Rep. XV, 1897, p. 215 ff. W. J. Mc. Gee, ebend. XVII, 1898, p. 269 ff.

Diesem äußeren Unterschied der höheren Form der Stammesorganisation geht nun zugleich ein innerer Unterschied parallel, der allerdings späterhin, wo die politischen Machtmotive immer wirksamer werden, hinter andern allmählich zurücktritt, der aber gerade auf der Stufe, wo die genealogische Gliederung eine vollkommenere geworden ist, ohne noch wesentlich von der politischen durchkreuzt zu werden, ihren Höhepunkt erreicht. Dieser innere Fortschritt der genealogischen Organisation, den die Zustände vieler nordamerikanischer Indianerstämme in ausgeprägter Form zeigen, äußert sich in der zunehmenden Erweiterung der Totembegriffe und der Bedeutung der Totemnamen. In dem Maße, als sich die Stammesgliederung äußerlich von oben nach unten erstreckt, scheint umgekehrt die Beziehung auf Totemtiere, die gleichzeitig als Stammeltern der Menschen und als kultisch verehrte Wesen gelten, in der entgegengesetzten Richtung, von unten nach oben, fortzuschreiten. Dies verrät sich äußerlich zunächst an den Totemnamen, die nun hier nicht mehr bloß beschränkte, zu einzelnen Zwecken vereinigte Gruppen zusammenhalten, sondern sich durchgängig über die Gentes selbst erstrecken. So hatte jede Gens der Irokesen ihr besonderes Totemtier, und bei den verwandten Stämmen wiederholten sich nicht selten die gleichen Totembezeichnungen, was wiederum als ein Symptom des einstigen Zusammenhangs dieser Stämme betrachtet werden kann. Natürlich ist aber diese totemistische Nomenklatur nur das äußere Gewand, in das der das gesamte Leben und Denken dieser Rasse durchziehende Totemkultus gekleidet war. Hierin offenbart sich zugleich die enge psychologische Beziehung, in der Totemismus und primitive Stammesorganisation zu einander stehen. Freilich gilt auch hier, daß mythologische Vorstellungen und Kulte, die im Zusammenhang mit bestimmten äußeren Lebensbedingungen entstanden sind, diese überdauern können, um nun entweder auf Reste ihrer ursprünglichen Objekte reduziert oder auf völlig neue Inhalte übertragen zu werden, ebenso wie umgekehrt Überlebnisse einer alten Stammesorganisation bisweilen fortbestehen, während neue Kulte den primitiven Totemismus bis auf spärliche Rudimente in Sage, Märchen und Volksglauben verwischt haben. Für alle diese Fälle gibt es Beispiele. So finden sich totemistische Vorstellungen neben den aus primitiven Stammesverfassungen hervorgegangenen Ehesitten und Verwandt-

schaftsformen vor allem auf polynesischem Gebiet, während die dazugehörige soziale Organisation selbst großenteils verschwunden ist. Noch mehr hat auf afrikanischem Boden der Kampf der Stämme mit den aus ihm hervorgegangenen despotischen Herrschaftsformen die Spuren der ursprünglichen Stammesgliederungen hinweggefegt, indes der Totemismus in zahlreichen Resten eines ehemaligen oder noch fortbestehenden Tierkultus nachwirkt[1]. Anderseits sind bei Semiten wie Indogermanen in der älteren Geschichte dieser Völker mannigfache Spuren alter Stammesverfassung und primitiver Verwandtschaftsgesetze erhalten geblieben, und auch an kultischen Beziehungen dieser vormaligen Gesellschaftsordnungen fehlt es nicht. Doch gehören solche bereits einer höheren Stufe mythologischer Entwicklung an, die teils in den Ahnenkult, teils in den Naturmythus hinüberreicht.

So vielgestaltig nun aber auch diese Weiterbildungen gesellschaftlicher Ordnungen sein mögen, sie alle machen es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß von jenen Urformen, die uns zum Teil heute noch in der Organisation der australischen Stämme gegeben sind, überall die Entwicklung der Gesellschaft ausgegangen, und daß sie zugleich in enger Verbindung mit der mythologischen Form des Totemismus erfolgt ist. Insbesondere scheint sich dabei das Prinzip der Zweiteilung, das die Australier und die nordamerikanischen Stämme in verschiedener Ausbildung zeigen, als ein allgemeingültiges zu bewähren, so daß, wenn wir die undifferenzierte primitive Horde und dieses Gesetz ihrer fortschreitenden Gliederung zusammennehmen, daraus sich die verschiedenen Systeme ohne weiteres ergeben. Damit ist nun aber auch die Frage nahegelegt, worin jenes Prinzip der Zweiteilung selbst begründet sei. Ist es etwa samt den aus ihm entsprungenen Normen des Lebens von Anfang an willkürlich, durch freien Entschluß und auf Grund der naheliegenden Überlegung entstanden, daß die Teilung des Stammes für sein Gedeihen und Fortkommen nützlicher sei als ein dauerndes Zusammensein? Oder hat sich dieser Vorgang mehr in der Form eines naturgesetzlichen Ereignisses vollzogen, das durch seinen Erfolg erst derartige Erwägungen nahelegen und danach wohl auch weitere soziale

[1]) Vgl. die Sammlung hierher gehöriger Erscheinungen bei J. Weißenborn, Tierkult in Afrika. (Diss. Leipzig.) Leiden 1904.

Ordnungen entstehen lassen mochte? Die Stammessage stellt überall die frühesten Schicksale der Völker in der ersten Form dar. Da sagt Abram zu Lot: »Laß nicht Zwietracht sein zwischen mir und dir und zwischen meinen Hirten und deinen Hirten. Steht dir nicht das ganze Land offen? Trenne dich lieber von mir; willst du zur Linken, so will ich rechts gehen, und willst du zur Rechten, so will ich links gehen.« (1. Mos. 13, 8.) Aber die Sage kehrt hier, wie in anderen Dingen, die Wirklichkeit um. Wie sie die Stämme in Individuen verwandelt, von denen jene gezeugt werden, so verwandelt sie die Trennung ursprünglich zusammengehöriger Stämme in eine Wanderung jener Urväter nach verschiedenen Richtungen, und die Streitigkeiten, die nachträglich nach solchen Stammesgliederungen zwischen den früher Verbundenen eintreten, verwandelt sie in einen Hader der Väter oder ihrer Knechte, den sie nun zum ersten Anlaß der Trennung selbst macht. In Wirklichkeit wird umgekehrt die Ursache für die Sonderung der Horde die Zunahme ihrer Mitgliederzahl gewesen sein, die sie dazu zwang, andere Jagdgründe oder anderes Weideland aufzusuchen; und naturgemäß ist diese Scheidung in der Regel in der einfachsten Form, in der Zweiteilung, erfolgt, worauf sich dann in einer späteren Zeit und bei weiterer Zunahme der Volkszahl derselbe Prozeß an jeder Hälfte wiederholen konnte. Daß dabei zumeist die jüngeren Generationen auswanderten, wie manche Spuren und Traditionen erkennen lassen, war wiederum von selbst gegeben: die älteren sind die seßhafteren, länger am Boden festgewurzelten. Der Kampf der einstigen Stammesgenossen wird aber, wenn wir der Analogie mit den unserer Beobachtung zugänglichen Erscheinungen trauen dürfen, im allgemeinen der Trennung gefolgt, nicht ihr vorausgegangen sein. Dabei tobt dieser Kampf, wie alle Erfahrung lehrt, unter einfacheren Kulturbedingungen zunächst zwischen den räumlich benachbarten und meist zugleich verwandten Stämmen, die einander den Boden streitig machen. Auf einer weiter fortgeschrittenen Stufe erst, nachdem staatliche Organisationen entstanden sind, die zahlreiche, einst zerstreute Stämme zusammenfassen, wandeln sich solche Stammeszwiste in Kriege um, in denen es sich nun auch nicht um die Befriedigung der nächsten Lebensbedürfnisse handelt, sondern um die Herrschaft über andere Völker und über die Kulturgüter, die der Besitz der Macht zur Verfügung stellt.

Während aber diese Völkerkriege für lange Zeit dem Gedächtnis eingegraben bleiben, verschwinden die Spuren jener früheren Stammeskämpfe mit den Anlässen, aus denen sie entstanden waren, dem Wettbewerb um Jagdgründe und Weideplätze und um andern vergänglichen Besitz, rasch aus der Erinnerung. Nur eine Form primitiver Kämpfe gibt es, die uns auch freilich kaum durch historische Zeugnisse überliefert ist, die aber in mannigfachen Überlebnissen der Sprache und der Sitte ihre nicht zu verwischenden Spuren zurückgelassen hat: das ist der Kampf um das Weib, der, in seinen Bedingungen und Formen wechselnd, in seinen Grundmotiven bei allem Wandel der Zeiten erhalten bleibt. Er hat, wie es jene Überlebnisse bezeugen, tief in das Leben der primitiven Stämme eingegriffen und Bräuche und Sitten entstehen lassen, die nun ihrerseits wieder für die soziale Ordnung entscheidend wurden. Die Spuren dieser in die früheste Vorgeschichte zurückreichenden Kämpfe sind aber vornehmlich in den Formen der Eheschließung und der Verwandtschaftbezeichnungen erhalten geblieben, die zum Teil noch heute bei Naturvölkern vorkommen und in vereinzelten Erscheinungen selbst in die Geschichte der Kulturvölker hereinragen.

4. Ursprüngliche Formen der Eheschließung und der Verwandtschaft.

Über die ursprünglichsten Formen der Eheschließung innerhalb der menschlichen Gesellschaft und die damit nahe zusammenhängenden Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Mitgliedern derselben sind nur unsichere und mehrdeutige Zeugnisse erhalten geblieben, da die zu vermutenden Anfangszustände hier, wie in so manchen anderen Beziehungen, im allgemeinen selbst von den heutigen Naturvölkern überall bereits überschritten sind. Vornehmlich gibt es zwei Quellen, die uns vermöge ihrer Eigenschaft, längst entschwundene Zustände und Anschauungen in veränderter Gestalt weiterzuführen, Aufschlüsse über jene auf direktem Wege unerreichbaren Anfänge geben können. Die eine dieser Quellen ist die Sprache, die andere die Sitte. Dabei ist freilich nie zu vergessen, daß uns in beiden in der Regel stark veränderte Überlebnisse vorliegen. Bei der Sitte wird dies allgemein zugestanden. Ein heute geübter Brauch ist, besonders wenn

er sich irgendwie mit dem mythologischen oder religiösen Gebiet berührt, mag er auch nach seiner Form relativ stabil geblieben sein, seinem Inhalte nach stets verändert und nicht selten total umgewandelt. Bei der Sprache ist das nämliche, jedoch nicht in gleicher Weise anerkannt. Hier ist man vielmehr trotz der entgegenstehenden zahlreichen Zeugnisse des Bedeutungswandels immer wieder geneigt, diejenige Bedeutung eines Wortes als die ursprüngliche zu betrachten, die in der Geschichte der Sprache für uns erreichbar, und in manchen Fällen sogar eine solche, die uns noch in der heutigen Sprache geläufig ist. Das ist natürlich ein schwerwiegender Irrtum. Die Erscheinungen der Sprache wie der Sitte lassen nicht an sich selbst auf ursprüngliche Begriffe und Zustände schließen, sondern immer erst dadurch, daß man von dem nachweisbaren Bedeutungswandel aus auf dessen frühere Stadien zurückzugehen sucht, indem man dabei zugleich alle Momente berücksichtigt, die auf jene unserer direkten Beobachtung unzugänglichen Zustände Licht werfen können.

Der Fehler, nach den uns geläufigen Begriffen die sozialen Zustände einer längst entschwundenen Vorzeit zu beurteilen, in die möglicher Weise jene Begriffe gar nicht mehr zurückreichen, ist nun vor allem auch bei den Verwandtschaftsbezeichnungen der Sprache gemacht worden, bei denen allerdings die relative Stabilität ihrer Bedeutung in der Geschichte der Kulturvölker zu einem solchen Irrtum leicht verführen kann. Dennoch bedarf es nur eines Blickes auf die Verwandtschaftsnamen mancher primitiven Stämme, um sich zu sagen, daß Bezeichnungen, die den unseren genau entsprechen, hier zum Teil gar nicht existieren, während die bei diesen Völkern üblichen ihrerseits wieder eine Bedeutung besitzen, für die uns einheitliche Namen überhaupt nicht zur Verfügung stehen. Hier werden also eigentlich auf einen Übersetzungsfehler Folgerungen gegründet, die sich in nichts auflösen, wenn man der falschen die richtige Übersetzung substituiert. Einen sprechenden Beleg hierfür bieten gerade die Verwandtschaftsnamen solcher Völker, bei denen zugleich die Reste einer primitiven sozialen Organisation heute noch treuer erhalten geblieben sind als bei den Kulturvölkern. Dabei ist wiederum bemerkenswert, daß, bei manchen Abweichungen im einzelnen, auch hier, ähnlich wie bei der primitiven Stammesgliederung, Übereinstimmungen in weit entlegenen Gebieten zu finden sind, die auf

ähnliche Zustände zurückweisen, so daß wir auf Bedingungen von annähernd naturgesetzlicher Beständigkeit schließen können.

Für die Verwicklung der hier obwaltenden Verhältnisse ist es nun aber bezeichnend, daß uns die Spuren eines vorauszusetzenden Urzustandes in noch heute gebrauchten Verwandtschaftsnamen keineswegs bei solchen Stämmen erhalten geblieben sind, deren soziale Organisation die Züge des Primitiven am treuesten bewahrt hat. Vielmehr nähert sich dem Bilde, das wir uns wohl von den ursprünglichen Beziehungen der Verwandtschaft zwischen den Mitgliedern einer Sippengemeinschaft machen können, am meisten das sogenannte »malayische Verwandtschaftssystem« der Ethnologen, d. h. dasjenige System von Verwandtschaftsnamen, das auf Hawaii und anderen polynesischen Inseln gebraucht wird, in einem Gebiet, wo kriegerische Reibungen frühe schon zur Auflösung der alten sozialen Verbände geführt zu haben scheinen, während möglicher Weise die insulare Isolierung und der immerhin zurückbleibende Mangel fester Familienverbände die Bewahrung der in der Sprache niedergelegten Begriffe begünstigt hat. Dieses Verwandtschaftssystem besteht darin, daß für den Vater und dessen Brüder, die Mutter und deren Schwestern, ebenso aber auch für Bruder und Vetter, Schwester und Base, ja für Geschwisterkinder und entferntere Verwandte der gleichen Generation, endlich für den eigenen Sohn und für den Sohn des Bruders oder Vetters jedesmal eine und dieselbe Bezeichnung gebraucht wird. Dagegen erstreckt sich die Geschlechtsunterscheidung weiter als in unserem System: sie bezieht sich nicht nur auf das Geschlecht dessen, von dem geredet wird, sondern auch auf das des Redenden. Ein hawaiischer Mann nennt daher seinen Bruder und seine Schwester anders als eine hawaiische Frau. Man kann also sagen: in diesem System gibt es im allgemeinen überhaupt keine Verwandtschaftsunterscheidung, die unter die Grenze der allgemeinen Sippengemeinschaft herabgeht. Das einzige Merkmal, in welchem sich eine Kenntnis näherer Verwandtschaftsgrade verrät, ist die Bezeichnung von Schwager und Schwägerin. Im Gegensatze zu diesen späteren Andeutungen einer wirklichen Verwandtschaftsunterscheidung werden dagegen die Generationenfolgen und die Geschlechter sehr genau auseinandergehalten. Dabei bewegt sich die Scheidung der ersteren allerdings innerhalb engerer Grenzen, da sie

nicht über das zweite Glied hinausgeht. Vom Großvater wird also der Urgroßvater, vom Enkel der Urenkel nicht mehr unterschieden — eine Beschränkung, die offenbar mit dem Mangel einer eigentlichen Verwandtschaftsbezeichnung nahe zusammenhängt. Denn je weiter der Abstand der Generationen vom Redenden wird, um so mehr müssen ja auf der einen Seite die alten Leute und auf der andern die jüngsten in je eine Klasse zusammenfließen[1]).

Als diese Nomenklatur bekannt wurde, war die Sitte bei den Bevölkerungen, die sich ihrer bedienten, längst über die Zustände der Eheschließung und über die Begriffe der Blutsverwandtschaft, auf die man es möglicherweise beziehen konnte, hinausgeschritten. Aus dieser Tatsache, daß solche Systeme im allgemeinen stets eine der Vergangenheit angehörende Verfassung der Gesellschaft spiegeln, erklärt es sich zugleich, daß anderwärts, wo sich ähnliche Nomenklaturen vorfinden, wie bei den amerikanischen Ureinwohnern, vielfach eine Vermischung vorkommt, bei der Generationen- und eigentliche Verwandtschaftsunterscheidungen ineinander zu greifen scheinen, während außerdem die abweichende Auffassung des durch die Mutter und den Vater vermittelten Verwandtschaftsgrades eine bedeutsame Rolle spielt[2]). Halten wir uns aber hier zunächst an das verhältnismäßig am konsequentesten durchgeführte malayische System, so ist klar, daß dasselbe überhaupt kein eigentliches Verwandtschaftssystem, sondern daß es eine Nomenklatur der Generationenfolgen und der Geschlechtsunterschiede ist, bei der nur im allgemeinen die Voraussetzung obwaltet, daß jeder Name in der Regel auf die Mitglieder der gleichen Sippe bezogen wird. Man übersetzt also diese Bezeichnungen im allgemeinen falsch, wenn man sie mit Vater, Mutter, Bruder, Schwester usw. wiedergibt. Vielmehr müßte es mit Rücksicht auf ihre Bedeutung als Generationensystem heißen: Mann

---

[1]) Näheres über diese und verwandte Nomenklaturen bei Mac Lennan, Studies in ancient History, 1876; Lubbock, Die Entstehung der Zivilisation, 1873, S. 79 ff.; L. Morgan, Ancient Society, Part III. Deutsche Übers. S. 323 ff. Zusammenfassende Darstellungen geben Lippert, Die Geschichte der Familie, 1884; C. N. Starcke, Die primitive Familie, 1888; Ernst Große, Die Formen der Familie und die Formen der Wirtschaft, 1896; Ed. Westermarck, The history of human Marriage [3], 1901, bes. p. 82 ff.

[2]) Vgl. die tabellarischen Übersichten bei Lubbock, a. a. O. S. 75 ff., Morgan, deutsche Ausg. S. 351 ff. und Starcke, S. 310 ff.

und Frau der gleichen, der älteren und ältesten, der jüngeren und jüngsten Generation, wozu dann noch die für uns nicht übersetzbaren Determinationselemente hinzukommen, die sich auf das Geschlecht des Redenden beziehen. Aber nicht bloß dieses, sondern auch das Geschlecht der Personen, von denen geredet wird, steht wieder zurück gegenüber den Altersunterschieden. So hat das Hawaiische für Vater und Mutter keine einheitlichen Wörter, sondern es drückt diese Begriffe durch Komposita aus, die sich aus einem das Alter (*makua* = älter) und einem das Geschlecht (*kana* Mann, *wahina* Weib) bezeichnenden Bestandteil zusammensetzen. Die gewöhnlich mit Vater und Mutter wiedergegebenen Ausdrücke *makua kana* und *makua wahina* bedeuten also ihrem genauen Wortsinne nach in der Tat nicht Vater und Mutter, sondern »älterer Mann« und »ältere Frau«. Hieraus erhellt deutlich, daß sich aus dieser Nomenklatur überhaupt nichts über Ehe und Verwandtschaft oder höchstens das eine folgern läßt, daß zur Zeit der Ausbildung derselben diese Verhältnisse gegenüber den im Vordergrund stehenden Alters- und Geschlechtsunterschieden nur ein untergeordnetes Interesse in Anspruch nahmen.

Gleichwohl ist von mehreren Anthropologen, die sich teilweise um die Erforschung dieser Verhältnisse verdient gemacht haben, wie von Lubbock und Lewis Morgan, ein solcher Schluß nicht gezogen worden, sondern, indem sie alle diese Bezeichnungen im Sinne unserer Verwandtschaftsbegriffe deuteten, unterschieden sie eine ganze Reihe von Ehesitten und auf sie gegründeten Verwandtschaftssystemen, die alle möglichen Übergänge von der vollständigen Ehelosigkeit und dem freien Geschlechtsverkehr an bis zur monogamischen Ehe der modernen Kulturvölker bilden sollten[1]). Wenn beispielsweise in dem sogenannten malayischen System jeder mehr oder weniger verwandte

[1]) Am weitesten ist in dieser Beziehung Lewis Morgan gegangen (Die Urgesellschaft, S. 323 ff.), dessen Aufstellungen dann besonders von Westermarck (a. a. O. p. 82 ff.) mit Recht bestritten worden sind. Wir übergehen hier die von Morgan und Lubbock ausgeführten Klassifikationen ebenso wie die Diskussionen, die über sie geführt wurden, da sie, sobald das Prinzip, auf dem jene Klassifikationen beruhen, als irrig zugestanden wird, kein weiteres Interesse besitzen. Es ist ja selbstverständlich, daß alle solche Entwicklungsschemata illusorisch werden, sobald man davon ausgeht, daß das wahrscheinlich ursprünglichste System der Klassenbezeichnungen überhaupt kein Verwandtschaftssystem ist, da es dann natürlich auch bei manchen der späteren Systeme fragwürdig bleibt, wie sich die beiden Faktoren der Generationeneinteilung und der Verwandtschaft in die Benennungen teilen.

Mann der vorangegangenen Generation Vater und ähnlich jede Frau derselben Mutter genannt wird, so leitet man dies daraus ab, daß niemand seinen wirklichen Vater und seine wirkliche Mutter und natürlich ebensowenig seine wirklichen Brüder und Schwestern gekannt habe. Allmählich habe sich dann aber diese allgemeine Vermischung der Geschlechter auf einzelne Gruppen eingeschränkt, so daß nun jeweils mehrere Brüder mehrere Schwestern als gemeinsame Gattinnen besessen hätten, wodurch auch die Bezeichnungen Vater, Mutter, Bruder usw. allmählich eine engere Bedeutung annehmen mußten. Aus dieser »Gruppenehe« sollen endlich die weiteren Formen der mehr und mehr sich verengernden polygamischen und der monogamischen Familie hervorgegangen sein.

Nun ist klar, daß diese Hypothese voraussetzt, durch jene Nomenklaturen seien zu jeder Zeit diejenigen Verwandtschaftsverhältnisse bezeichnet oder wenigstens mitbezeichnet worden, die wir heute mit den gleichen Namen nennen. Wenn aber der Name, den wir Vater übersetzen, von vornherein nur irgend einen stammverwandten Mann der älteren Generation bedeutet hat, so kann neben einer solchen Generationeneinteilung ebenso gut eine monogamische wie eine polygamische oder eine sogenannte Gruppenehe oder auch ein buntes Gemenge aller dieser Formen bestanden haben. Nur die absolute Promiskuität ist deshalb unwahrscheinlich, weil immerhin selbst in die malayische Nomenklatur einige Verhältnisse der Verschwägerung bereits Aufnahme gefunden haben. Daß die Generationenfolge gerade bei der malayopolynesischen Rasse eine so vorwaltende Rolle gespielt hat, dafür bieten wiederum die sozialen Einrichtungen dieser Stämme, wie sie zum Teil bis in neuere Zeiten erhalten geblieben sind, die naheliegende Erklärung. Nirgends so ausgeprägt wie hier hat sich nämlich eine Einrichtung vorgefunden, der wir wohl vor andern ein hohes Alter zuschreiben dürfen. Das ist die Einrichtung, daß Männer und Frauen getrennt leben und insbesondere die Männer in einem eignen Männerhause zusammenwohnen, während sie sich zugleich nach festen Altersklassen scheiden[1]). Daß diese Alters- und Geschlechtsverbände in eine sehr frühe Zeit zurückgehen, wird schon dadurch wahrscheinlich, daß sie den natürlichen Verhältnissen

[1]) H. Schurtz, Altersklassen und Männerbünde, 1902, bes. S. 246 ff., 318 ff.

eines ursprünglichen Zustandes der Gesellschaft durchaus angemessen sind. Denn die früheste Arbeitsteilung ist überall die nach dem Geschlecht. Während die Männer zu Jagd oder Kampf ausziehen, liegen die Frauen ihren häuslichen Beschäftigungen ob: dem Flechten der Körbe und Netze, der Pflege der Kinder oder auch der Besorgung von Acker und Vieh, wo eine Bewirtschaftung des Bodens bereits begonnen hat. Wandert der Stamm aus, um neue Wohnplätze aufzusuchen, so ziehen die Männer die Wege bahnend und zum Kampf bereit voran, indes die Weiber und Kinder die Nachhut bilden. Tief wirkt diese Scheidung der Geschlechter noch in spätere Zeiten vor allem in den Kultgenossenschaften und in den aus ihnen hervorgegangenen, weit über die Erde verbreiteten geheimen Gesellschaften nach, von denen überall die Frauen und mit ihnen die Jünglinge vor dem Eintritt in das Mannesalter ausgeschlossen sind. Verhältnismäßig viel später erst verbinden sich dann da und dort auch die Frauen zu ähnlichen gemeinsamen Kultzwecken. Diese bleiben aber stets mehr vorübergehender Art, auf einzelne Feste beschränkt, und sie tragen, wie uns die Spöttereien verraten, die sich über die griechischen Thesmophorien wie über die römischen Matrimonalien ergießen, deutlich das Gepräge einer späten Imitation männlicher Sitten. Mehr noch als in diesen in die Kultur des Altertums und bis zu einem gewissen Grade selbst in die Gegenwart herabreichenden Erscheinungen fällt nun in der in ungleich höherem Grade von der Not des Augenblicks bedrängten primitiven Gesellschaft der Männervereinigung die entscheidende Rolle zu. Sie sondert sich aber wieder überall, wo annähernd ursprüngliche, von Besitz- und Standesunterschieden noch wenig berührte Zustände herrschen, in drei Klassen, deren Grenzen dann auf den späteren Kulturstufen allmählich schwankender werden, wenn auch die Grundzüge dieser Sonderung als natürliche, in den unabänderlichen Eigenschaften des Menschen begründete Normen immer in einem gewissen Grade erhalten bleiben. Diese Klassen gruppieren sich um die Altersstufe der Männer des mittleren, kräftigen Lebensalter, denen im Frieden wie im Kampf die Hauptarbeit, darum aber auch die Herrschaft über die Horde oder Sippe zufällt. Von ihnen scheidet sich nach unten die Klasse der noch nicht mannbaren Jünglinge, nach oben die der Greise, in deren Behandlung bei den Naturvölkern Züge der Pietät und einer rücksichtslosen Roheit,

die unter Umständen vor der Tötung oder Aussetzung unnütz gewordener Glieder nicht zurückscheut, miteinander wechseln. Das sind aber genau die Generationen des malayischen Systems, wenn man erwägt, daß das leistungsfähige Mannesalter zwei Generationen, die der Väter und Söhne, zu umfassen pflegt. Was über und unter dieser Grenze liegt, wird unterschiedslos dort in die Klasse der Ältesten, hier in die der Jüngsten zusammengefaßt. Die schärfste Scheidelinie zwischen diesen Generationen ist dann wieder die, welche die noch nicht mannbare Jugend von den beiden Männergenerationen trennt. Denn der Eintritt in die Männergemeinschaft ist der wichtigste, fast überall von feierlichen Kulthandlungen umgebene Akt im Leben des primitiven Menschen. Wenn von irgend einer gesellschaftlichen Ordnung, so läßt sich daher von dieser Scheidung nach Alters- und Geschlechtsverbänden annehmen, daß sie bis zur ursprünglichen Horde zurückreiche. Sie entspricht einem Zustand ohne Familie, aber nicht ohne Ehe. Selbst mit der Monogamie ist sie an sich vereinbar, da der ursprüngliche Trieb den einzelnen Mann leicht zur selben Frau zurückführen kann, ähnlich wie wir das schon bei monogamisch lebenden Tieren beobachten. Sehr fest freilich wird ein solcher Ehebund schwerlich gewesen sein, wie das nicht nur das Übergewicht der Altersverbände, sondern auch die Tatsache vermuten läßt, daß, während der Eintritt der Jünglinge in die Männerklasse überall bei primitiven Völkern von magischen Zeremonien und Festtänzen umgeben ist, noch lange keinerlei kultische Feier die Schließung der Ehe begleitet.

Wohl aber gehören hierher gewisse Sitten und Bräuche, die teils in der Frühzeit der Kultur die Eheschließung zwischen den Abteilungen des gleichen Stammes normieren, teils in einzelnen Nachwirkungen und Überlebnissen zurückbleiben, dabei jedoch überall einer kultischen Bedeutung entbehren. Diese Sitten bestehen erstens in der Wechselheirat zwischen verschiedenen Abteilungen des gleichen Stammes, der sogenannten »Exogamie«, und zweitens in dem Kampf um die Frau, der in den meisten Fällen zu einem bloßen Scheinkampf geworden, aber nach der für die Entwicklung solcher Schein- und Spielsitten geltenden Regel aller Wahrscheinlichkeit nach ursprünglich aus einem wirklichen Kampfe hervorgegangen ist. Beide Erscheinungen kann man entweder als voneinander unabhängige an-

sehen, wo dann für jede eine besondere Ursache gesucht werden müßte. Oder man kann sie aus gemeinsamen Bedingungen abzuleiten suchen.

5. Die Wechselheirat und der Kampf um die Frau.

Den ersten der beiden soeben erwähnten Wege hat in der Tat L. Morgan eingeschlagen und dabei von manchen Seiten Zustimmung gefunden. Nach ihm ist die Exogamie aus der dem Menschen innewohnenden Scheu vor der Blutschande hervorgegangen, und diese Scheu selbst soll wieder auf einem hygienischen Instinkt beruhen, der die physisch wie moralisch schädlichen Folgen der Verwandtenehe vermeiden lasse. Man braucht sich kaum auf die namentlich bei manchen südamerikanischen und melanesischen Stämmen bestehende oder bei den Sonnenkönigen Perus dereinst durch das Gesetz vorgeschriebene Geschwisterehe zu berufen, um diese Hypothese als ein augenfälliges Beispiel jener Interpretation völkerpsychologischer Erscheinungen zurückzuweisen, die nach den für den heutigen Kulturmenschen geltenden Anschauungen die Motive des Primitiven beurteilt und auf diese Weise folgerichtig dazukommt, Ursachen und Wirkungen zu vertauschen. Unsere heutige Scheu vor der Verwandtenehe ist das Produkt einer seit unvordenklichen Zeiten bestehenden, durch religiöse und staatliche Satzungen geheiligten Sitte, die in ihrem letzten Ursprung auf die Exogamie der primitiven Stämme zurückgeht und in ihrer Entstehung aus dieser erst begreiflich wird, wenn man bedenkt, daß solche ursprüngliche Normen des Lebens, falls sie nicht durch stärkere entgegenwirkende Motive zurückgedrängt werden, nirgends der nachträglichen religiösen und rechtlichen Sanktion zu entbehren pflegen. Vollends das hygienische Bedenken bezeichnet ein sehr spätes Motiv, das erst unter dem Einfluß der ärztlichen Wissenschaft entstanden, und das selbst in dieser, wie die noch in neuester Zeit geführten Debatten über diesen Gegenstand beweisen, bis zum heutigen Tag nicht unwidersprochen geblieben ist. Höchstens ließe sich also hier vermuten, daß jenes populär gewordene hygienische Bedenken das allmählich zu einem Instinkt entwickelte, aber darum noch keineswegs angeborene moralische Gefühl verstärkt habe. Wahrscheinlich ist demnach nicht die Exogamie aus diesem Gefühl, sondern das Gefühl ist aus der ursprünglich ganz

andern Motiven folgenden Exogamie hervorgegangen, und die zwischen beiden mitten inne stehende Sanktion durch Religion und Moral hat die physisch wie psychisch für die menschliche Gesellschaft heilsamste Institution herbeigeführt, ohne zunächst diese letzte Wirkung selbst zu bezwecken. Was einst ein unbeabsichtigter Nebenerfolg war, das ist schließlich auch hier, wie in so vielen andern Fällen, zum Hauptzweck geworden.

Kann die Exogamie nicht aus einem angeborenen Instinkt, so kann sie demnach nur aus andern, gänzlich außerhalb solcher moralischer oder utilitarischer Erwägungen liegenden Bedingungen der ursprünglichen Gesellschaftsordnung abgeleitet werden. Und hier liegt es nun nahe, an jene weit verbreiteten Sitten des Kampfes um die Frau zu denken, der ja von selbst zur Exogamie führen mußte, wenn irgend welche Gründe in einer frühen Zeit etwa den Frauenraub zu einem Gebot der Notwendigkeit machten. In diesem Sinne hat daher zuerst Mac Lennan beide Erscheinungen, die Raubehe und die Exogamie, zueinander in Beziehung gebracht, indem er als das nächste Motiv des Frauenraubes dasjenige annahm, das allerdings, wenn es existiert haben sollte, das zwingendste sein würde: den Frauenmangel. Er überträgt also gewissermaßen die Legende von dem Raub der Sabinerinnen auf die Urgeschichte der Gesellschaft[1]. Doch wie in der Geschichte von Abram und Lot (siehe oben S. 21), so werden wir auch hier wohl annehmen dürfen, daß die Legende, indem sie die Stammesgeschichte als eine Reihe persönlicher Erlebnisse schildert, zugleich die Folge der Ereignisse umkehrt. Schwerlich ist Rom durch eine Schar von Jünglingen gegründet worden, die sich dann nachträglich erst nach Frauen umsehen mußten, die ihre Stadt bevölkern sollten. Wohl aber könnte es sein, daß von der dereinst auch auf italischem Boden geübten Sitte der Exogamie in der Sage eine dunkle Erinnerung zurückblieb, und daß der noch lange im römischen Hochzeitsbrauch als Nachwirkung einer solchen Exogamie bestehende Scheinkampf um die Braut nun von der Legende in die Gründungssage der Stadt projiziert wurde. So deutete man schließlich die Scheinkämpfe als eine Art Erinnerungsfeier an den einstigen Raub der Sabinerinnen, während dieser selbst eine aus jener Sitte entstan-

[1]) Mac Lennan, Primitive Marriage, p. 28 ff.

dene Mythenbildung war. Aber wenn sogar ein massenhafter Frauenraub wie dieser irgend einmal in der Geschichte vorgekommen sein sollte, so würde er eine singuläre Erscheinung bleiben, aus der eine weit verbreitete Sitte nicht zu erklären ist. Und wie sollte vollends, wenn je einmal ein primitiver Stamm, was ja an sich möglich ist, seinem Mangel an Frauen durch die Beraubung fremder Stämme abgeholfen hat, daraus nicht nur das strenge Verbot der Heirat in der gleichen Sippe, sondern auch das Gesetz der Wechselheiraten entstanden sein, das doch offenbar voraussetzt, daß jede der in Eheverkehr stehenden Sippen zureichenden Vorrat an Frauen habe, um die andere damit versorgen zu können?

So haben sich denn Lubbock und Herbert Spencer nach andern Motiven umgesehen, die die Exogamie nicht aus einem Gebot der Notwendigkeit, wie es der Frauenmangel sein würde, sondern aus den besonderen Vorzügen begreiflich machen sollen, die in den Augen des primitiven Menschen dem Raub vor dem friedlichen Werben um den Besitz eines Weibes zukomme. Lubbock bringt dabei zugleich Raubehe und Exogamie mit dem Übergang aus einer ursprünglichen Weibergemeinschaft zur individuellen polygamischen oder monogamischen Ehe in Verbindung. Der Mann, der im Krieg eine Frau aus fremdem Stamme raubte, erwarb sie sich damit als einen individuellen Besitz. Dadurch gewann aber die geraubte Frau einen hohen Vorzug vor den übrigen, dem Stamm eigenen gemeinsamen Frauen. So wurde allmählich durch solche Raubehen nicht nur die ursprüngliche Gemeinschaft der Frauen verdrängt, sondern sogar der Raub der Frau aus fremdem Stamm um dieser Vorzüge willen zu einer durch einen stillschweigend geschlossenen Vertrag vereinbarten Einrichtung, durch die sich nun verschiedene Stämme wechselseitig mit Frauen versorgten. Damit mußten aber zugleich die ursprünglichen Kämpfe von selbst in bloße Scheinkämpfe übergehen[1]). Herbert Spencer unterscheidet sich in dieser Ableitung der Exogamie aus dem Raube nicht wesentlich von Lubbock. Nur läßt er die Voraussetzung einer ursprünglichen Frauengemeinschaft aus dem Spiele und sucht demgemäß die Exogamie aus andern Motiven zu erklären, nämlich teils aus dem Streben nach dem Ruhm, der das geraubte

[1]) Lubbock, Entstehung der Civilisation, S. 100 ff.

Weib ebenso wie andere Siegestrophäen umgeben habe, teils aber auch aus dem Widerstand, den die Schamhaftigkeit des Weibes schon innerhalb des einzelnen Stammes seiner Gewinnung entgegensetze, wie dies das noch jetzt die Bräuche des Scheinkampfes zuweilen begleitende Widerstreben und Jammern der geraubten Frau beweisen soll[1]). Dieser Schluß erscheint freilich schon um deswillen fraglich, weil die sonst mit solchen Scheinkämpfen verbundenen Bräuche durchgängig einer späteren Entwicklung angehören, in der ein beträchtlicher Bedeutungswandel der Sitte bereits stattgefunden hat. Durch diesen hat dann aber auch der Raub mit den ihn begleitenden Symptomen einen andern Inhalt gewonnen. War der ursprüngliche, ernst gemeinte Kampf vor allem gegen die Sippe der Frau, nicht gegen diese selbst gerichtet, so wird ihm, sobald er zu einem im Einverständnis mit den Anverwandten aufgeführten Scheinkampfe geworden ist, naturgemäß leicht das Motiv der gegen die Frau unternommenen Gewalt untergeschoben, auf die nun jene mit entsprechendem Widerstand und mit Wehklagen antwortet. So kann sich hier in engerem Umkreis ein Übergang von der Wirklichkeit zum Schein wiederholen, wie er bei dem Raub selbst dereinst stattgefunden hat. Die zuerst von der Sippe ohne jede Rücksicht auf ihren eigenen Willen weggegebene Frau mag dem ihr aufgezwungenen Freier widerstrebt haben, und dieses Widerstreben dann auch, als der Zwang wegfiel, wieder zum stehenden Brauch geworden sein. Aber alles das sind Wandlungen, die einer fortgeschrittenen, über die wirkliche Raubehe schon weit hinausgehenden Kulturstufe angehören, und aus denen sich Schlüsse auf primitive Zustände nicht ziehen lassen. Für diese hält daher auch Spencer den Krieg zwischen stammesfremden Horden für die entscheidende Ursache, da jenes Hauptmotiv des den Raub der Frau umgebenden Ruhmes doch nur für den wirklichen Krieg zwischen feindlichen Stämmen zutreffen könne[2]).

Nun ist aber gerade der Ursprung aus dem Krieg eine Voraussetzung, der weder die Umstände, unter denen die späteren Schein-

[1]) Herbert Spencer, Prinzipien der Sociologie, deutsche Ausg. II, S. 207 ff.

[2]) Dieser Annahme eines Ursprungs aus dem Krieg scheint sich im allgemeinen auch L. Dargun zuzuneigen, dessen verdienstliche Arbeit sich im übrigen auf die Sammlung der fast über die ganze Erde verbreiteten Hochzeitsbräuche beschränkt, in denen direkt oder verbunden mit dem Kauf die Raubehe in der Sitte nachwirkt. (L. Dargun, Mutterrecht und Raubehe. 1883, S. 78 ff.)

kämpfe stattfinden, noch auch vor allem die Formen der Exogamie selbst, wie sie bei primitiven Völkern geübt werden, entsprechen. Sind es dort im allgemeinen befreundete Familien, zwischen denen die Ehen mit den sie begleitenden Bräuchen geschlossen werden, so sind es hier nicht stammesfremde Bevölkerungen, sondern einzelne Abteilungen des gleichen Stammes, ja nicht selten sogar, wie besonders das Beispiel der Australier zeigt, Untergruppen solcher Abteilungen, zwischen denen die Wechselheirat gepflegt wird. Hierbei ist nicht zu übersehen, daß die früheren Beobachtungen über die Raubehe bei primitiven Völkern gerade deshalb leicht zu falschen Schlüssen verführen konnten, weil man die oben erörterten Verhältnisse der Stammesorganisation nicht kannte und daher überall, wo sich ein Kampf um die Frau vorfand, diesen als einen Kampf zwischen einander feindseligen Stämmen auffaßte, während es sich in Wirklichkeit um einen solchen handelte, der sich innerhalb der Grenzen der für die Wechselheirat zwischen Abteilungen desselben Stammes gültigen Normen bewegte, und der daher in manchen Fällen wohl schon zu einem Scheinkampf geworden war[1]). Dagegen setzt der Fall des Frauenraubs im Kriege offenbar erst bei einem späteren Punkte ein, wo das ursprüngliche Stammesleben schon teilweise der politischen Organisation gewichen ist. Demnach sind aber auch die Folgen eines solchen in der Bekriegung feindlicher Stämme vorkommenden Raubes völlig abweichende. Sobald nur irgendwie Unterschiede der äußeren Lebensstellung ihre Wirkungen geltend machen, wird die geraubte stammesfremde Frau Sklavin oder Nebenweib: sie bleibt der Frau aus dem eigenen Stamme untergeordnet, wird nicht über sie gestellt, wie dies nach den Theorien Lubbocks und Spencers erwartet werden müßte, sondern unter sie. Vollends lassen diese Theorien vollkommen dunkel, wie aus solchen zufälligen Kriegserfolgen das regelmäßige System der Wechselheirat entstehen sollte.

Dagegen wird nun dieses System sofort begreiflich, wenn wir zwar den Streit um die Frau als den Ursprung sowohl der Wechsel-

[1]) Für die Beurteilung der älteren Beobachtungen über den Frauenraub bei den australischen Stämmen, wie sie z. B. von Gerland (Waitz, Anthropologie der Naturvölker VI, S. 773), Mac Lennan (a. a. O. S. 52), Dargun (a. a. O. S. 80), u. a. gesammelt sind, ist dieser Mangel einer zureichenden Kenntnis der Stammesorganisation selbstverständlich überall in Rechnung zu ziehen.

heirat zwischen den Gruppen des gleichen Stamms wie der allverbreiteten Kampfesbräuche bei der Hochzeit voraussetzen, aber dabei nicht den Kampf zwischen feindlichen Stämmen, sondern jenen fortdauernd zwischen den Stammesgenossen selbst geführten Wettkampf im Auge haben, der um die beste Beute, um den Erfolg im Krieg und im Spiel und schließlich wohl nicht am wenigsten um den Besitz der Frau geführt wird. Auch diese Kämpfe sind wahrscheinlich wie die meisten, die unter den Bedingungen einer primitiven Kultur stattfinden, nicht Kämpfe der Einzelnen, sondern der Rotten, die sich um einen Führer scharen, und die in diesem Fall dem den Besitz eines Weibes begehrenden Genossen beistehen. Darum entbrennt solcher Kampf, der in die Zeiten der ursprünglichen Horde zurückreichen mag, nicht zwischen den nächsten, sondern, wie in der Regel auch das Wettspiel der Waffen und der Streit um die beste Jagdbeute, zwischen den einander ferner stehenden Mitgliedern desselben Stammes. Zwischen stammesfremden Völkern dagegen ist dieser, im letzten Grunde doch friedliche Wettbewerb unmöglich. Dazu ist der eigentliche Krieg selbst im unruhigen Leben des Naturmenschen ein zu seltenes Ereignis, und gerade zwischen den Stämmen der Naturvölker wird er, weil das schon die Mängel der Bewaffnung mit sich bringen, selten in so zerstörenden Formen geführt, wie seit Hobbes die Theorie vom kriegerischen Naturzustand anzunehmen pflegte.

Nachdem sich die ursprüngliche Horde in ihre immer noch in friedlichem Verkehr stehenden Abteilungen geschieden hat, bleibt jener Wettbewerb bei den durch Sprache und Sitte verbundenen Stammesgenossen, der wahrscheinlich schon in der primitiven Horde nicht gefehlt hat, auch weiterhin bestehen. Nur ist er jetzt naturgemäß noch mehr als vorher zu einem Wettstreit zwischen den einzelnen Gruppen geworden, die sich innerhalb des Stammesverbandes gebildet haben. So kann sich denn auch der Heiratsverkehr leicht zu einem Hauptbestandteil dieses zwischen verwandtschaftlichem Zusammenhalt und Entfremdung die Mitte haltenden Verhältnisses zwischen den einzelnen Gruppen und Sippen gestalten. Unter dieser Voraussetzung begreift es sich erst, daß diese Ehesitte von Anfang an nicht als einseitige Raubehe, sondern in der Form der Wechselheirat einsetzt, und daß der Übergang des ursprünglich ernsthaften

Kampfes in einen Scheinkampf offenbar in einer sehr frühen Zeit schon erfolgt ist, in unmittelbarem Zusammenhang mit jener Normierung der Sitte, die den wechselseitigen Frauenraub allmählich in ein Gebot umwandelte und die Heirat innerhalb der eigenen Sippe verpönte. Daß dieses Gebot und Verbot ein ursprüngliches gewesen sei, ist natürlich ausgeschlossen. Denn es kann nur auf die gleiche Weise entstanden sein, in der alle solche aus übereinstimmenden Trieben und Neigungen hervorgehenden Normen sich bilden. Die von allen und am meisten von den kräftigsten Führern des Stammes vor andern geschätzte Form des Erwerbs der Frau wurde zuerst zur bevorzugten, jede andere zu einer minderwertigen, verachteten, und schließlich wandelte sich so die verschiedene Schätzung in ein Gebot um. Stabilisiert endlich wurde diese Normierung durch die empfindliche Strafe, die den traf, der der Sitte entgegenhandelte. Der Mann, der bei den Australiern ein Weib aus der eigenen Sippe entführt, ist dem Tode verfallen. Nur wenn er sich lange genug in der Wildnis verborgen hält, bis die Zeit den Zorn über seinen Frevel gemindert hat, wird er unter Umständen wieder in den Klan aufgenommen, ohne daß ihm ein Leid geschieht[1]). Aus diesem Zusammenhang der Wechselheirat mit den zwischen den getrennten Stammesabteilungen fortbestehenden Beziehungen friedlichen Verkehrs und Wettstreits zugleich erklärt es sich aber auch, daß, wenn sich die Teilungen des Stammes mehrmals nacheinander wiederholt hatten, nun ein früher bestandener Wechselverkehr zwischen den weiteren Gruppen, z. B. zwischen den sogenannten Phratrien der nordamerikanischen Stämme, erlöschen und ein engerer an seine Stelle treten mußte, oder daß da, wo die Stammesabteilungen stark angewachsen waren, bloß zwischen einzelnen Gruppen derselben Ehebeziehungen gepflegt wurden, wie solches bei den Australiern zumeist eingetreten ist.

In allen diesen Erscheinungen verrät sich zugleich ein neues psychologisches Moment, das bei diesen ursprünglich unwillkürlich aus den natürlichen Lebensbedingungen hervorgewachsenen Normen der Sitte stets den Schluß bildet: das ist die willkürliche Festlegung der Normen selbst und die Regulierung ihrer näheren Ausführung, eine Tat, bei der nun auch erst der Einfluß einzelner hervorragender Mitglieder

---

[1]) Howitt, Native tribes of South-East-Australia, 1904, p. 183 f.

der Gemeinschaft entscheidend wirkt. Das ist das Moment, das die rationalistische Interpretation der Gesellschaftsformen an den Anfang zu stellen pflegt, das aber, wo es überhaupt eintritt, nur den letzten, die Dauer einer Institution sichernden Abschluß bildet. Denn wo es fehlt, wo die gewohnheitsmäßige Übung allein die Fortdauer des Brauchs bestimmt, da kann leicht unter dem Einfluß des Bedeutungswandels der Motive die Sitte sich lockern und endlich verschwinden. So ist die Exogamie frühe schon zur Norm erhoben worden, der Raub der Frau ist dagegen selbst in den Gebieten, in denen jene herrschend war, ein bloßer Brauch geblieben. Darum ist dieser nun aber auch sehr bald zu einem Scheinkampf geworden, und der letztere hat dann unter veränderten Kulturbedingungen dem Kauf der Frau, und dieser wieder unter abermaligem Wandel der Motive seiner Umkehrung, der Mitgift an die Vermählte den Platz geräumt. Indes hat sich die Exogamie zwar in ihren Formen stark verändert. Doch in dem Verbot der Verwandtenheirat ist sie als sittliche und rechtliche Norm bei den Kulturvölkern durch allen Wandel der Zeiten hindurch erhalten geblieben. Das Mittelglied, das solche Erhaltung möglich machte, ist aber hier, wie in anderen Fällen, die religiöse Sanktion gewesen. Sie ist es, die den Verstoß gegen die Sitte zuerst zum Frevel stempelte und damit ihrer Einführung in die Rechtsordnung den Weg bereitete. Diese religiöse Sanktion hat, wie vor allem der Zusammenhang mit den totemistischen Kulten zeigt, die Exogamie frühe gefunden. Der aus dem ursprünglichen Raub entsprungene Kampf um die Frau dagegen hat stets ihrer entbehrt. Darum ist er sehr bald zu einer spielenden Zeremonie herabgesunken, und die Hochzeitfeier selber, deren erste Andeutung er bildete, hat erst in sehr späten Zeiten einen religiösen Charakter angenommen.

6. Mutter- und Vaterfolge.

Noch ein anderes Verhältnis, das von frühe an die Sitte der Exogamie begleitet und sie zugleich in zwei wesentlich abweichende Formen scheidet, ist endlich mit jenem relativ friedlichen, zwischen Teilen des gleichen Stamms geübten Kampf um die Frau offenbar eng verbunden. Es besteht in den Erscheinungen, die man als Mutterfolge und Vaterfolge einander gegenüberstellen kann, wenn man

dabei unter der »Mutterfolge« die Sitte versteht, daß das Kind bei der Mutter bleibt und in deren Sippe aufgenommen wird, während es umgekehrt bei der »Vaterfolge« früher oder später in die Sippe des Vaters eintritt[1]). Auf die Nachwirkungen dieser beiden Formen der Exogamie in Sitte und Recht soll an dieser Stelle, da ihre Betrachtung über das hier behandelte Problem der Anfänge der Gesellschaft hinausführen würde, nicht näher eingegangen werden. Nur so viel sei bemerkt, daß diese beiden Formen der Sippengemeinschaft in bezug auf die bindende Kraft der sie bestimmenden Normen zwischen dem wenigstens in engeren Grenzen beständigen Gebot der Exogamie und dem in einen bloßen zeremoniellen Brauch sich umwandelnden Raub der Frau in der Mitte stehen. Zunächst pflegt allerdings eine jede jener beiden Formen bestimmte religiöse und rechtliche Folgen mit sich zu führen, erstere für die Zugehörigkeit zu gewissen Kultverbänden, letztere hinsichtlich der an die Sippengemeinschaft gebundenen Regeln der Blutrache und, nach der Ausbildung geregelter Besitzverhältnisse, der Erbfolge. Indem aber zu einer jeden dieser Formen von frühe an bestimmte Motive antreiben, ist weder die Mutter- noch auch die Vaterfolge in ähnlichem Sinne stabil wie die Exogamie überhaupt. Vielmehr entspinnt sich nun sichtlich ein Kampf zwischen jenen Motiven, aus denen die beiden Formen der Zugehörigkeit zu einer Sippe entspringen. Dieser Kampf hat allem Anscheine nach in einer sehr frühen, wahrscheinlich der Entstehung der Einzelfamilie lange vorausgegangenen Zeit in vielen Fällen zu einem Sieg der Vater- über die Mutterfolge geführt. In andern Fällen hat zunächst die letztere die Vorherrschaft behauptet.

[1]) Die Mutterfolge ist nach dem Vorgang von J. J. Bachofen (Das Mutterrecht, 1861), der zuerst auf die Nachwirkungen derselben in den Verwandtschaftsnamen vieler Kulturvölker sowie in Sitte und Recht hinwies, meist als »Mutterrecht«, und die Vaterfolge dem entsprechend als »Vaterrecht«, oder auch die erstere als »Matriarchat« (von Bachofen als »Gynaikekratie«) im Gegensatze zum »Patriarchat« bezeichnet worden. Aber diese Ausdrücke werden hier besser vermieden, da die Exogamie mit Mutterfolge sehr wohl bestehen kann und wahrscheinlich lange bestanden hat, ehe daran bestimmte Rechts-, namentlich Eigentums- und Erbschaftsordnungen geknüpft waren. Vollends ein »Matriarchat«, eine Mutterherrschaft, ist mit der Regel der Mutterfolge niemals verbunden gewesen; und auch der Begriff »Patriarchat« schließt nicht bloß die Herrschaft des Vaters, sondern die des Familienältesten über eine Gesamtfamilie ein, während eine Vaterfolge bestehen kann und wahrscheinlich lange bestanden hat, bevor eine Familie überhaupt existierte.

Mit der Begründung der Familie endlich ist zwar die Herrschaft des Mannes über diese, nicht aber notwendig gleichzeitig die Vaterfolge eingetreten, sondern hier konnte die Mutterfolge mit ihren Wirkungen auf Verwandtschafts- und Erbrechte noch ganz oder teilweise fortbestehen. Der Zustand jedoch, dem ihrer eigensten Natur nach von Anfang an die Einzelfamilie zustrebte, besteht in der schließlichen Aufhebung jener beiden einseitigen Formen unter gleichzeitiger Ausbildung der väterlichen Herrschaft über die Familie: das Kind galt nun als ein Glied der Familieneinheit, das Vater und Mutter gleicherweise zugehörte; die Familie selbst aber trat jetzt vollends unter die Herrschaft des Vaters, die schon zur Zeit der Alters- und Männerverbände nicht fehlt, aber naturgemäß eine lockere ist und immerhin in einem gewissen Grade von dem Einfluß der Sippengemeinschaft durchkreuzt wird. So haben wir hier eine Entwicklung vor uns, die von frühe an unter dem Einfluß einander entgegenwirkender psychischer Kräfte steht, in der sich aber schließlich diese zu einer einheitlichen Resultante verbinden. Das Produkt dieser Verbindung ist eben die Einzelfamilie, in der die beiden Motive der Mutter- und der Vaterfolge immerhin noch als gemilderte Gegensätze nachwirken können.

Für die Würdigung des Ursprungs der Exogamie ist es nun von entscheidender Bedeutung, daß die Mutterfolge, wo sie überhaupt im Wechsel mit der Männerfolge vorkommt, unzweifelhaft die ältere Form ist, die erst in einem späteren Zeitpunkt der andern den Platz geräumt hat. Das ist aber mit dem Erwerb der Frau als Kriegsbeute schlechterdings unvereinbar. Die im Krieg erbeutete Frau verbleibt bei der Horde des Mannes, und mit ihr ihre Kinder. Nur die friedlich geübte Kampfsitte zwischen befreundeten Stammesgenossen kann es bewirken, daß die zur Ehe Entführte die Zugehörigkeit zur elterlichen Sippe bewahren und sie auf ihre Kinder übertragen kann; ja dieses Verhältnis ist in primitiven Zuständen das näherliegende, da die Kinder in ihren ersten Lebensjahren naturgemäß den Müttern überlassen bleiben, so daß sich gerade da, wo die Familie noch nicht existiert oder gegenüber der Sippengemeinschaft zurücktritt, die bleibende Zugehörigkeit der Kinder zu der Gruppe, in der sie aufgewachsen sind, als eine selbstverständliche Folge ergibt. In der Tat sind es Erscheinungen der Erbfolgeordnung und der Schutzpflicht,

wie sie selbst bei den Kulturvölkern noch in spätere Zeiten herüberreichen, die, unterstützt durch die auf primitiven Stufen zum Teil noch heute vorkommenden Zustände, der Theorie des sogenannten »Mutterrechts« als einer der Vaterherrschaft überall vorausgegangenen Form der Gesellschaftsordnung zur Anerkennung verholfen haben. Auch sind diese der Geschichte von Sitte und Recht entnommenen Zeugnisse so gewichtig, daß man den dagegen beigebrachten sprachlichen Bedenken kaum ein erhebliches Gewicht beimessen kann. Zudem sind ja gerade die Verwandtschaftsnamen einem Bedeutungswandel unterworfen gewesen, durch den sie vornehmlich in den indogermanischen und semitischen Sprachen frühe schon dem den alten Sippenverband zerstörenden Einfluß der Familie dienstbar geworden sind[1]).

Dennoch enthält die Theorie vom ursprünglichen Mutterrecht zwei Punkte, in denen sie im Hinblick auf die ethnologischen Tatsachen der Berichtigung bedarf. Erstens läßt sich der Zusammenhang mit der Familie und der in ihr zur Ausbildung gelangten patria potestas, in den man die Entwicklung des »Vaterrechts« oder, wie wir es mit Rücksicht auf primitive Zustände besser nennen, der »Vaterfolge« bringt, nicht aufrecht erhalten; und zweitens müssen, was damit von selbst gegeben ist, neben den sozialen noch andere Motive bestanden haben, die teils frühe schon neben der Mutter- eine Vaterfolge möglich machten, teils aber auch jene Motive der gesellschaftlichen Entwicklung, unter deren Wirkung die Vater- die Mutterfolge allmählich verdrängte, unterstützt haben. Die entscheidenden Gründe dafür, daß die Familienbildung nicht oder wenigstens nicht überall jenen Übergang vermittelte, liegen vor allem in den auf australischem Boden gesammelten Beobachtungen. Wenn man die verschiedenen Stufen betrachtet, in denen hier nach dem oben (S. 12) gegebenen Schema die zweigliedrige allmählich einer vier- und dann achtgliedrigen Stammesteilung gewichen ist, und damit die gleichzeitig bestehenden Verhältnisse der Mutter- und der Vaterfolge vergleicht, so zeigt sich, daß zwar bei den einfacheren Gliederungen im allgemeinen die Mutterfolge überwiegt, dagegen umgekehrt bei der kompliziertesten, der achtgliederigen, nur noch Vaterfolge vorzukommen scheint[2]).

[1]) Vgl. meine Völkerpsychologie. Bd. 1[2], II, S. 643.

[2]) Vgl. Howitt, a. a. O. p. 156 ff.

Aber weder ist dieser Übergang streng an die Zunahme der Gliederungen gebunden, noch hat er augenscheinlich etwas mit den bei diesen Stämmen im wesentlichen übereinstimmenden Verhältnissen der Ehe und des Zusammenlebens etwas zu tun. Denn alle diese Gesellschaften repräsentieren einen Zustand, wo zwar eine Ehe, aber noch keine eigentliche Familie als eine engere, ihre Mitglieder fester miteinander verbindende Einheit aus der Sippe sich ausgesondert hat. Trotzdem finden sich schon bei den einfachsten zweigliedrigen Hordenteilungen Mutter- und Vaterfolge nebeneinander, und dasselbe Verhältnis wiederholt sich dann bei den in vier Abteilungen zerfallenden Stämmen[1]). Unter diesen Umständen läßt sich nicht einmal mit voller Sicherheit sagen, daß überhaupt in allen Fällen die weibliche Folge die ursprüngliche gewesen sei, sondern nur so viel scheint festzustehen, daß sie auf den niedersten Stufen das Übergewicht hat, und daß sich dies Verhältnis mit der größeren Verwicklung der sozialen Gliederung zugunsten der Vaterfolge umkehrt. Dabei bewegen sich jedoch alle diese Wandlungen noch in einem der Bildung der Familie vorausgehenden Stadium. Die Herrschaft, die der Mann in dieser gewinnt, kann also ein die Verdrängung der Mutterfolge unterstützendes Moment sein. Die ausschließliche Ursache liegt darin schwerlich; und wenn andere, ältere Motive schon zur Vaterfolge gedrängt haben, so ist es offenbar wahrscheinlich, daß diese es zugleich waren, die auch bei der Bildung der Familie und der sie begleitenden väterlichen Herrschaft mitgewirkt haben.

Welches sind nun diese ursprünglichsten und auch bei dem späteren Hinzutritt weiterer Faktoren wahrscheinlich immer noch nachwirkenden Motive? Zwei Erscheinungen treten uns hier entgegen, beide schließlich verwandten Ursprungs, deren eine dem Kultus, und deren andere den allverbreiteten Seelenvorstellungen angehört.

Auf der Stufe der ursprünglichen Sippengemeinschaft ist die wichtigste, unter dem größten Aufwand von Pomp und von Zauberzeremonien ausgeführte Kultfeier das Fest der Mannbarkeit der Jünglinge[2]).

[1]) Howitt, Stämme mit zwei Klassen und weiblicher Folge p. 91, ähnliche mit männlicher Folge p. 126. Stämme mit vier Klassen und weiblicher Folge p. 104, ähnliche mit männlicher Folge p. 111.

[2]) Vgl. die eingehenden Schilderungen dieser Feste bei Howitt, The native Tribes of South-East Australia p. 509 ff. Spencer and Gillen, The northern Tribes

Die aktive Rolle bei diesem Feste spielt die Männergemeinschaft; den Frauen bleibt namentlich der magische Teil der Einweihungszeremonien in der Regel verborgen. Einige Zeit vor dieser Feier geht der Jüngling aus der Obhut der Frauen in die der Männer über, und in der Feier selbst wird er erst vollgültiges Mitglied der Sippengemeinschaft. Wo zwischen Abteilungen desselben Stamms die Sitte der Wechselheirat geübt wird, da kann nun der zum Jüngling gewordene Knabe entweder noch bei der mütterlichen Sippe unter der Obhut der älteren Männer verbleiben, oder er kann alsbald bei der Männerweihe in den Klan des Vaters übergehen. Hinter diesem Übergang mag wohl auch der Wunsch der Väter stehen, ihre eigenen Söhne zu hilfreichen Genossen heranzuziehen. Auf die Zugehörigkeit der Männer kommt es aber in erster Linie in primitiven Zuständen an. Sie bestimmt in der Regel zugleich die der weiblichen Kinder, obgleich auch eine Scheidung in dem Sinne vorkommt, daß die Söhne dem Vater, die Töchter der Mutter folgen, eine Assoziation zwischen Geschlecht und sozialer Zugehörigkeit, die selbst auf weit späteren Kulturstufen wirksam werden kann, wie dies noch heute der bei konfessionell gemischten Ehen nicht ganz seltene Brauch zeigt, die Söhne der Religion des Vaters, die Töchter der der Mutter folgen zu lassen[1]).

7. Mythologische Beziehungen.

Bilden die Kulturgebräuche beim Eintritt in das Alter der Mannbarkeit der Jünglinge und die Aufnahme in die Sippengemeinschaft

---

of Central Australia p. 226, 283 ff. Über ihre Beziehungen zu den Totemkulten vgl. meine Völkerpsychologie, Bd. 2, Teil II, S. 262 ff.

[1]) Da das Weib in primitiven Zuständen in der Regel selbst als ein Besitz gilt, der in der Gens, der sie zugehört oder in die sie durch die Ehe übergegangen ist, vererbt wird, so läßt sich freilich hier das Vorhandensein eines solchen gemischten Systems im allgemeinen ebenfalls nur an der Vererbung gewisser gesellschaftlicher Stellungen nachweisen. Dahin gehört aber z. B. die Erscheinung, daß bei einigen nordamerikanischen Stämmen die Söhne das Totem des Vaters, die Töchter das der Mutter erhalten, was in Anbetracht der kultischen Bedeutung der Totems ungefähr einer primitiven Analogie mit der modernen Scheidung nach der Konfessionszugehörigkeit gleichkommt (Frazer, Art. Totemism, Encyclop. brit. 9. Edit. Vol. IX, 1888, p. 474). Aus einer Zeit mit ausgebildeteren Eigentumsrechten gehört hierher die sogenannte »Gerade« bei den alten Westfalen und Sachsen als der Teil des Vermögens, der nur in weiblicher Linie vererbte, während der Hauptanteil den Söhnen verblieb. (Jac. Grimm, Deutsche Rechtsaltertümer 3, 1881, S, 568 ff.)

einen äußeren Anstoß, der unabhängig von der Ausbildung einer Sonderfamilie Änderungen des Übergangs der Mutter- in die Vaterfolge bedingen kann, so würde übrigens dieser Anlaß gerade im Hinblick auf die kultische Bedeutung der Männerweihe schwerlich wirksam werden, wenn nicht hinter ihm noch weitere psychologische Motive stünden. Damit kommen wir auf die zweite, meist wohl allzu einseitig in Rechnung gebrachte Bedingung, die in den Wechsel zwischen Mutter- und Vaterfolge bestimmend eingegriffen hat: auf die primitiven Vorstellungen über die Verwandtschaft und auf deren Beziehung zu den Seelenvorstellungen.

Wenn man die angebliche Allgemeingültigkeit eines primitiven »Mutterrechts« aus der Vorstellung abgeleitet hat, eine wirkliche Verwandtschaft verbinde ursprünglich nur Mutter und Kind, so ist diese Annahme namentlich im Hinblick auf die Erscheinungen, die sich bei primitiven Stämmen, insbesondere auch bei solchen, bei denen das System der Mutterfolge besteht, offenbar nicht zutreffend. Eine Verwandtschaft besteht vielmehr wohl nach den Vorstellungen aller Völker zwischen dem Kind und beiden Eltern. Darum bindet, wo immer die Pflicht der Blutrache waltet, diese zwar nicht den Gatten an die Gattin; aber den Sohn bindet sie an Vater wie Mutter. Fehlt die Vorstellung der Verwandtschaft zwischen Eltern und Kind auf keiner Seite, so ist sie jedoch keineswegs nach beiden Seiten dieselbe; und der Unterschied ist um so größer, je mehr noch eine primitive Kultur durch das Übergewicht der Sippen- und der Männergemeinschaften die Geschlechter sondert. Durch eine Blutsverwandtschaft im eigentlichen Sinne des Wortes ist das Kind ursprünglich wohl nur mit der Mutter verbunden. Daß es Blut von ihrem Blute, Fleisch von ihrem Fleisch ist, das wird für den Naturmenschen sinnenfällig durch den Geburtsakt bezeugt. Darum, wie Geschwister von der gleichen Mutter desselben Blutes sind, so wird mit dem Fremden Blutsbrüderschaft geschlossen, indem man einen Tropfen des eigenen Blutes mit dem des seinen mischt. Das ist zunächst keine bloß symbolische Handlung, sondern zu einer solchen wird es erst durch das allmähliche Verblassen der hier ursprünglich obwaltenden Vorstellung, daß das Blut ein Träger der Seele sei. Ursprünglich ist unter der Wirkung dieser Vorstellung die Schließung der Blutsbrüderschaft ein Akt von tiefstem Ernste, der in voller Wirklichkeit das ist, was er

ausdrückt. In dem Blutstropfen geht die Seele von dem einen der Genossen auf den andern über, ebenso wie sie von der Mutter auf den Sohn übergegangen ist. In diesem Sinne blutsverwandt sind nun Vater und Kind nicht. Aber es sind nicht minder materielle und seelische Bande zugleich, die beide aneinander fesseln. In die Generationsorgane als die Träger männlicher Kraft verlegt eine frühe Zeit ebenso wie in das Blut die Seele[1]); und wenn diese Verkörperung allem Anscheine nach zumeist frühe schon vor dem Eindruck des im Blut dahinströmenden Lebens zurücktritt, so wird ihr möglicherweise Hilfe und Ersatz durch weitere Motive, die aus der Vorstellung der Psyche als der im Hauch des Atems entweichenden Seele hervorgehen. Wie die Seele beim letzten Atemzug des Sterbenden diesen verläßt, so kann sie auch offenbar nach den Vorstellungen vieler Naturvölker aus dem Munde des lebenden Menschen in den eines andern übergehen, und es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß der Kuß sowohl in der Form des Mundkusses wie in der des sogenannten Nasengrußes aus dieser Vorstellung hervorgegangen ist[2]). Trifft das zu, so wird man aber ohne weiteres die hierbei stattfindende Vermischung der Hauchseelen als einen der Vermischung des Blutes bei der Schließung der Blutsbrüderschaft verwandten Vorgang betrachten dürfen, und es liegt nun die Annahme nahe, daß auf diesem Wege auch bei der Zeugung die Psyche des Vaters in die des Kindes übergehe. Wie dem aber auch sei, sicher ist, daß nach der Vorstellung des Naturmenschen Mutter und Vater beide dem Kinde verwandt sind. Nur wird diese Verwandtschaft hier und dort als eine qualitativ verschiedene empfunden. Denn sie wird jedesmal durch andere Seelenvorstellungen vermittelt, die, wie sie selbst widerspruchslos sich vereinigen, so auch jene verschiedenartigen Formen der Verwandtschaft nebeneinander bestehen lassen. Das hindert nun nicht, daß zu Zeiten die eine oder die andere dieser Anschauungen die vorherrschende ist. Daran mögen zu einem guten Teil die Bedingungen des sozialen Lebens, die bald der Sippengemeinschaft der Frau, bald der des Mannes das Übergewicht verschaffen, beteiligt sein. Doch diese Bedingungen kleiden sich auch hier wohl unmittelbar zugleich

[1]) Völkerpsychologie, Bd. 2, II, S. 10 ff.

[2]) K. Th. Preuß, Globus, Bd. 86, S. 359 ff. Vgl. dazu Völkerpsychologie, Bd. 2, II, S. 50 ff.

in mythologische Motive: sie bestimmen diese, um ihrerseits wieder durch sie verstärkt zu werden. So ist der Kampf um die Mutter- oder Vaterfolge gleichzeitig ein Kampf der elterlichen Sippen und ein Kampf der Blutseele mit der Hauchseele um die Herrschaft.

Führen auf diese Weise die Beziehungen zwischen Mutter wie Vater und Kind auf uralte Seelenvorstellungen zurück, so verbinden sich nun solche auch weiterhin mit jener Sonderung der primitiven Gesellschaft, die, aus dem natürlichen Wachstum der Volkszahl hervorgegangen, zur Wechselheirat und, je nach dem Vorwalten der konkurrierenden Motive, zu dem System der Mutter- oder der Vaterfolge geführt hat. Daher weist aber der Eheverkehr zwischen getrennt lebenden Abteilungen des gleichen Stammes neben den sonstigen Beziehungen in Kultus und Sitte auf ein gemeinsames Stammesgefühl hin, das sich, ebenso wie das der Verwandtschaft zwischen Eltern und Kind, mit allverbreiteten mythologischen Vorstellungen verbindet. Hier ist es jedoch eine andere Seite dieser Vorstellungen, die innerhalb einer beginnenden sozialen Organisation wirksam wird. Während das Objekt jenes primitiven Seelenkultes, der sich auf die jüngst Verstorbenen beschränkt, die Schattengestalt des Toten selbst ist, die dem Überlebenden im Traume erscheint, bleibt für eine solche Schattenseele kein Platz mehr, wo der ferne und unbekannte Urheber eines Stammes oder einer in näherer Gemeinschaft stehenden Abteilung desselben zum Objekt des Kultus wird. Da bietet sich eine andere, schon auf den frühesten Stufen des Seelenglaubens entstandene Vorstellung als das natürliche Substrat eines solchen aus dem Gefühl eines weiteren genealogischen Zusammenhangs entspringenden Kultus: das ist das Seelentier, jene Metamorphose, die nach einem in uralte Zeiten zurückreichenden und über alle Teile der Erde verbreiteten Glauben die Psyche nach ihrer Trennung vom Körper erfährt. Die Erinnerung an das Bild eines Verstorbenen schwindet rasch nach seinem Tode, und es überlebt unter keinen Umständen die nächste Generation. Zu der Vorstellung eines menschlichen Vorfahren, der als der Gründer und zugleich als der göttliche oder halbgöttliche Schützer seines Geschlechts gilt, zu dieser Vorstellung des späteren Ahnenkult fehlt dieser primitiven Stufe noch die geschichtliche Tradition. Hier tritt nun allem Anscheine nach das Seelentier ergänzend ein. Es gehört

der Vergangenheit und Gegenwart zugleich an und kann darum ebenso der Urheber wie der dauernde Beschützer der Lebenden sein. Ein Bewußtsein der wirklichen geistigen Unterschiede zwischen Mensch und Tier, das diesen Vorstellungen hemmend in den Weg treten könnte, existiert aber noch nicht auf einer Stufe, die vielmehr geneigt ist, unter dem Einfluß eben jener Vorstellungen von der Tierverwandlung der menschlichen Seele, das fremdartigere Tun und Treiben der Tiere auf überlegene Eigenschaften zu deuten. Wie darum in der primitiven bildenden Kunst das Tier in der Mannigfaltigkeit und Treue der Darstellungen dem Menschen vorangeht[1]), so ist es auch die Vorstellung des Tierahnen, die der Vorstellung des menschlichen Ahnen die Wege bereitet. Aus dieser Vorstellung heraus entwickelt sich auf der Grundlage des primitiven Seelenkult, der daneben bestehen bleibt, zum erstenmal ein Stammeskult, der nun zugleich der unmittelbare mythologische Ausdruck der gesellschaftlichen Ordnung selbst ist. Das eben sind die Erscheinungen des sogenannten Totemismus, der, wie er unter dem Einfluß einer beginnenden sozialen Kultur aus dem ursprünglichen Seelenglauben hervorgewachsen ist, so weiterhin mit dem Fortschritt dieser Kultur Umwandlungen erfährt, die sehr bald seinen Ursprung unkenntlich machen, aus dem jedoch einzelne spärliche Reste noch in die Gegenwart hineinreichen[2]).

8. *Zusammenfassung* der Ergebnisse.

1. Die ursprünglichsten Bezeichnungen für die Beziehungen der Mitglieder einer menschlichen Gesellschaft sind nicht Verwandtschaftsnamen, wie Vater und Mutter, Bruder und Schwester, sondern Generationennamen, wie »älterer Mann«, »ältere Frau« usw. Auf die ursprünglichen Ehezustände lassen daher diese Bezeichnungen nur insofern einen Schluß zu, als sie beweisen, daß die Familienverbindungen gegenüber den Alters- und Männerverbänden anfänglich eine untergeordnete Bedeutung besaßen, wie das übrigens auch andere Zeug-

[1]) Vgl. Völkerpsychologie, Bd. 2, Teil I, S. 121 ff.

[2]) Über diese weiteren Umwandlungen sowie über die damit verbundene Ausdehnung des Totembegriffs vgl. Völkerpsychologie Bd. 2, Teil II, S. 238. Ebenso sei für die nähere Begründung der hier vorgetragenen Anschauungen auf die Ausführungen ebenda S. 264 ff. verwiesen.

nisse beweisen und die natürlichen Bedingungen einer primitiven Kultur mit sich bringen.

2. Die ursprüngliche Stammesorganisation weist überall auf eine noch undifferenzierte primitive Horde zurück. Sie ist aus dieser wahrscheinlich durch eine bei dem Wachstum der Volkszahl notwendig eintretende Sonderung hervorgegangen und folgt daher durchgängig dem Prinzip der Zweiteilung, wobei diese ein- oder mehrmal eintreten kann. Dadurch bildet sich bei den primitiveren Völkern eine einfachere, bei den der Kultur näherstehenden eine verwickeltere Gliederung, wobei dann die letztere in der Einsetzung gemeinsamer Stammeshäuptlinge namentlich für den Kriegsfall und in andern durch die wachsende Volkszahl des Stammesverbandes und die Reibungen mit feindlichen Stämmen hervorgerufenen Einrichtungen gleichzeitig Übergänge zu einer politischen Verfassung hervorbringt.

3. Der Frauenraub ist eine verbreitete und wahrscheinlich an den meisten Orten unabhängig entstandene Form der Eheschließung. Aber als regelmäßiger Brauch besteht er nicht in dem Raube stammesfremder Frauen im Kriege, sondern in der gewaltsamen Entführung von Frauen des gleichen Stammes, die jedoch, wo die Sitte in ihrer ursprünglichen Form vorkommt, durchgehends andern Unterabteilungen desselben angehören. Dieser Brauch ist, wie wir annehmen dürfen, aus der gewalttätigen Weise hervorgegangen, in der unter der Wirkung der auch sonst zwischen den verschiedenen Gruppen einer Stammesgemeinschaft bestehenden Konkurrenz innerhalb einer primitiven Kultur der Kampf um die Frau geführt wird. Indem sich dieser Kampf zur Sitte befestigte, hat er wahrscheinlich die Institution der Wechselheirat oder der sogenannten »Exogamie« entstehen lassen. Als letzte Überlebnisse bei den Kulturvölkern hat er endlich die weit verbreiteten Scheinkämpfe um die Braut und namentlich, als eine dauernde Wirkung auf Sitte und Recht, die Ausschließung der Ehe zwischen nahen Verwandten zurückgelassen.

4. Die Ausdrücke »Mutterrecht« und »Vaterrecht« sind, wenn sie auf die bloße Sippenzugehörigkeit der Deszendenten bezogen werden, irreführend, weil die Ausbildung bestimmter Rechtsverhältnisse, die an den Übergang der Kinder in die Sippe der Mutter oder des Vaters geknüpft werden, eine Wirkung dieses Übergangs ist, die nicht in allen Fällen eintreten muß. Das Primäre sind vielmehr die Formen

der »Mutterfolge« und der »Vaterfolge«, die beide aus dem Mangel eines eigentlichen Familienverbandes mit Notwendigkeit hervorgehen. Denn so lange statt der Familie nur ein Männer- und ein Frauenverband existiert, so muß das Kind einem dieser Verbände zugehören. Das natürlichste und darum im ganzen auch das häufigste ist dabei ursprünglich die Weiberfolge. Gleichwohl kommt schon auf sehr frühen Stufen auch die Männerfolge vor, und eine absolute Priorität der einen vor der andern Institution läßt sich daher nicht behaupten. Wohl aber besteht überall die Tendenz, da, wo eine ursprüngliche Weiberfolge besteht, sie in die Männerfolge überzuführen. Auch zeigt sich diese Tendenz bereits vor der Ausbildung der engeren Familiengemeinschaft, wie aus der Zunahme des Systems der Männerfolge mit der Gliederung des Stammes in eine größere Zahl von Abteilungen zu schließen ist. Wahrscheinlich ist daher das schließliche Obsiegen der Männerfolge überhaupt die Folge des Einflusses, den in der zu einer primitiven Kultur fortschreitenden Gesellschaft die Konkurrenz mit andern Abteilungen des gleichen Stamms und der Kampf mit fremden Stämmen ausübt, ein Einfluß, der sich namentlich auch in der wachsenden Bedeutung ausprägt, die unter den Stammesfesten die Männerweihe der Jünglinge gewinnt.

5. Den ursprünglichen Lebensformen der Gesellschaft entsprechen bestimmte mythologische Vorstellungen, die teils dem primitiven Seelenglauben, teils den nächsten Fortbildungen desselben angehören. So entspricht bei dem Wechsel der Weiber- und Männerfolge dem Widerstreit der sozialen Motive ein wechselndes Übergewicht primitiver Seelenvorstellungen. Das schließliche Zurückdrängen der Weiber- durch die Männerfolge geht daher dem Sieg der im Hauch des Atems ausströmenden Psyche über die Blutseele parallel, wie er sich in der gleichzeitigen Geschichte der Seelenvorstellungen auch in andern Erscheinungen spiegelt. Ebenso findet die Stammesorganisation ihren Ausdruck in dem Gedanken eines gemeinsamen Ursprungs. Dieser wird aber unter der Wirkung der Tiermetamorphosen der Psyche zunächst in der Form eines Tierahnen vorgestellt, der nun auch als der Schutzdämon der Sippe gilt. So entsteht der Totemglaube, der, wie er selbst aus dem Seelenglauben hervorgeht, so weiterhin zu dem Ahnenkult hinüberführt.

Die Methode der mehrfachen Fälle im Gebiete der Schallempfindungen und ihre Beziehung zur Methode der Minimaländerungen.

Von

Hans Keller.

Mit 6 Figuren im Text.

Einleitung.

Bevor wir zwischen der Methode der mehrfachen Fälle und der Methode der Minimaländerungen eine Beziehung herstellen können, müssen wir uns zunächst über die nach der ersten Methode erhaltenen Ergebnisse und deren Verwertung Klarheit verschaffen. Was nun die Berechnungsmethoden der Urteilszahlen betrifft, so ist der Streit, der sich vor längerer Zeit darüber entsponnen hatte, seit der letzten Arbeit, die über die Beurteilung von Schallintensitäten nach der Methode der richtigen und falschen Fälle im Leipziger Institute geliefert wurde [20] [1]), nie ganz zur Ruhe gekommen. Doch drehte sich die Diskussion nicht sowohl um die Grundlagen jener beiden Methoden als um die Brauchbarkeit und das Verhältnis gewisser Größen, die bei ihnen ermittelt wurden. Alle Fehlermethoden legen aber bis jetzt ihren Formeln das Gaußsche Fehlergesetz zugrunde, so besonders die Methoden von Fechner [5, 6], G. E. Müller [18] und Merkel [16]; doch hat Fechner in seinen späteren Lebensjahren schon insofern einen abweichenden Standpunkt eingenommen, als er ein zweiseitiges Gaußsches Gesetz [7] annimmt. Bruns, nach dessen Entwickelungen Mosch seine Versuche ausgewertet hat, verzichtet bei der Untersuchung der Kollektivgegenstände auf die Einführung eines bestimmten Gesetzes [4] und legt eine für willkürliche Verteilungen geltende Darstellung zugrunde, deren Parameter Verbindungen von Potenz-

[1]) S. Literaturverzeichnis am Schlusse dieser Arbeit.

mitteln sind, während G. F. Lipps [11, 12, 13] bei den Potenzmitteln selber als den für eine gegebene Verteilung charakteristischen Größen stehen bleibt, also ebenfalls die Gültigkeit der Gaußschen Formel nicht voraussetzt.

Da auch nach meiner Meinung dieses Gesetz nicht ohne weiteres auf psychophysische Vorgänge übertragbar ist, wurde bei der Auswertung der nachfolgenden Versuche, die im Leipziger Laboratorium für experimentelle Psychologie ausgeführt sind, besonders das Lippssche Verfahren angewandt. Ebenso wie Lipps hat G. E. Müller in seinem neuesten Werke [19] eine summarische Behandlung der Urteilszahlen eingeführt, wobei er ähnliche Größen als Bestimmungsstücke der Versuchsreihen benutzt. Es wurde deshalb auch diese Behandlung teils zur Kontrolle, teils zur Vergleichung beider Methoden durchgeführt. Sie ergab, wie sich im Verlaufe der Rechnung zeigte, teilweise dieselben, teilweise wenigstens ähnliche Resultate.

§ 1. Die Versuchsanordnung.

Bei der Versuchsanordnung galt es zunächst die Klangunterschiede, die sich bei Moschs Versuchen noch ergeben hatten, womöglich ganz zu beseitigen. Nach längeren Versuchen kam ich dazu, nur eine Ebenholzplatte zu benutzen, da Klangunterschiede, wie eine genauere Prüfung ergab, fast nur von der Struktur der Platten, aber nur verschwindend wenig von der der Kugeln herrührten. Um diese Anordnung zu ermöglichen, wurde die Fangunterlage des Schallphonometers[1]) mit Filz überzogen, damit sich die Ebenholzplatte geräuschlos von der einen Fallzange unter die andere schieben ließ. Sie lief dabei, um die Richtung der Verschiebung zu fixieren, in einer Führung von Filzstreifen. Ferner waren an zwei Stellen, die durch Vorversuche mit bekreideten Kugeln ermittelt worden waren, zwei Filzstücke derart zwischen den Führungsstreifen befestigt, daß die Kugeln, wenn die Ebenholzplatte an einem dieser Filzstücke anlag, möglichst im Mittelpunkte der Platte auftrafen. Endlich war durch die mit vier Löchern versehene Platte ein Faden gezogen, damit diese während der Versuche ohne Störung verschoben werden konnte. Weil infolge-

[1]) Eine Abbildung und Beschreibung des Apparats findet sich bei Wundt [24, p. 512].

dessen die Hände zum Verschieben der Platte gebraucht wurden, mußten die Fallzangen, die durch einen Akkumulator gespeist wurden, mit den Füßen ausgelöst werden. Bei dieser Anordnung hörten im allgemeinen die Klagen über Klangunterschiede auf, trotzdem die Kugeln nicht genau im Mittelpunkte auftrafen, was sich später sogar als ein Vorteil erwies; denn als gegen Ende der Versuche diese Klage doch wider Erwarten auftrat, ergab sich, daß die stets auf denselben Punkt auffallenden Kugeln in der Platte eine derartige Vertiefung hervorgebracht hatten, daß sie nicht mit derselben Kraft, wie früher, zurückprallten und auch meist etwas seitwärts sprangen. Deshalb wurde die Platte um 180° gedreht, worauf die Klagen über Klangunterschiede nicht wieder auftraten.

Kapitel I.

Versuche nach der Methode der mehrfachen Fälle.

§ 2. Das Versuchsverfahren.

Mit dieser Anordnung wurde nun, meist in der Zeit von 3^h—5^h derart gearbeitet, daß, $2^1/_2$ m vom Apparat entfernt, an jedem Ende eines langen Tisches, symmetrisch zur Mittelachse des Apparats, zwei Versuchspersonen, mit dem Rücken nach dem Apparat, Platz nahmen, die ihre Urteile, um sich nicht gegenseitig zu beeinflussen, schriftlich abgaben. Durchschnittlich wurden in einer Stunde 180 Versuche fertiggestellt, wobei in der Mitte der Stunde eine Pause von 7—10 Minuten eingeschoben wurde. Vor Beginn jeder Versuchsstunde wurden die Versuchspersonen gebeten, ihr Urteil möglichst auf den zweiten, bei einer andern Gruppe möglichst auf den ersten Reiz zu beziehen. Als Urteilsarten waren zugelassen: deutlich schwächer ($\ll$), schwächer ($<$), gleich ($=$), stärker ($>$), deutlich stärker ($\gg$). Das Urteil »unentschieden«, das G. E. Müller statt »gleich« angewandt wissen möchte [19, p. 12], wurde deshalb nicht angewandt, weil sonst die Urteile »zweifelhaft«, die bei früheren Arbeiten stets zahlreich aufgetreten waren, ebenfalls unter die unentschiedenen Urteile gefallen wären, während sie eventuell gesondert behandelt werden sollten. Allerdings zeigte sich bei der Zusammenstellung der Protokolle, daß solche Fälle, wo das Urteil wirklich zweifelhaft war, nach genügender Einübung

4*

der Versuchspersonen und Beseitigung der Klangunterschiede nur zweimal auftraten und zwar jedesmal bei der objektiven Gleichheit, weshalb sie bei der Verrechnung unter dieser aufgeführt wurden. Wohl aber traten mitunter die Urteile »zweifelhaft« infolge mangelnder Aufmerksamkeit, störender Geräusche und ähnlichem auf. Für diesen Fall wurde der Versuch wiederholt, auch waren die Versuchspersonen angewiesen, eine Wiederholung zu verlangen. Falls die eine Versuchsperson schon das erste Mal den Versuch gut hatte beurteilen können, durfte sie natürlich bei der Wiederholung kein neues Urteil abgeben. Vor Beginn jedes Versuches wurden die Versuchspersonen durch ein »Bitte« auf den Beginn des Versuchs hingewiesen. Der eigentliche Versuch wurde durch ein »Jetzt« eingeleitet, auf das dann die beiden Reize folgten. Durch lange Vorversuche hatte sich der Experimentator derart eingeübt, daß die Pausen zwischen den einzelnen Stationen: »Bitte« — »Jetzt« — 1. Reiz — 2. Reiz konstant waren.

Als Versuchspersonen hatten sich insgesamt 9 Mitglieder des Instituts zur Verfügung gestellt, doch konnten die Versuche nur mit den Herren: Dr. phil. Büchner, stud. math. Herrmann, stud. phil. Salow, stud. math. Deuchler, Prof. Dr. phil. Bazala, Dr. phil. Segal, Dr. med. Werner und stud. phil. Menderer zu Ende geführt werden, während die mit Herrn stud. phil. Nikitin vorzeitig abgebrochen werden mußten, weshalb deren Auswertung unterblieb. Ich möchte auch hier nochmals allen diesen Herren für ihre freundliche und opferwillige Unterstützung meinen besten Dank aussprechen.

In einer Versuchsstunde wurde stets eine Vollreihe von Vergleichsreizen fertiggestellt, d. h. es wurde zu einem konstanten oder Normalreiz jede der in den am Schluß beigefügten Tabellen angegebenen Stellungen fünfmal gegeben, dann wurde eine Pause eingeschoben; schließlich wurden die Kugeln der beiden Fallapparate vertauscht, um Klang- oder gar Intensitätsdifferenzen völlig zu eliminieren, und abermals jede Stellung fünfmal gegeben. Es wurde dabei nach einem, vor der Stunde fertiggestellten, natürlich nur dem Experimentator bekannten Programm gearbeitet und dieselbe Reizdifferenz höchstens dreimal dicht nacheinander gegeben. Die ersten Reize jeder Versuchsstunde sowie die nach jeder Pause waren deutlich schwächer oder deutlich stärker. Als Reizdifferenz erwies sich durch Vorversuche 3 cm als durchaus zweckmäßig, so daß diese bei

allen fünf Normalintensitäten, mit denen gearbeitet wurde, benutzt werden konnte. Von jeder Differenz wurden 50 Versuche zu einer Gruppe zusammengefaßt.

Bei einem Teile der Versuchspersonen wurde der Normalreiz zuerst und zuletzt dargeboten, doch war dabei stets der Vergleichsreiz zu beurteilen. Mit den andern Versuchspersonen, denen der Normalreiz nur zuerst dargeboten wurde, wurden die Versuche, soweit möglich, bis zum Verschwinden der Urteile »kleiner« und »größer« fortgesetzt.

§ 3. Versuchsergebnisse.

A. Graphische Darstellung der Ergebnisse.

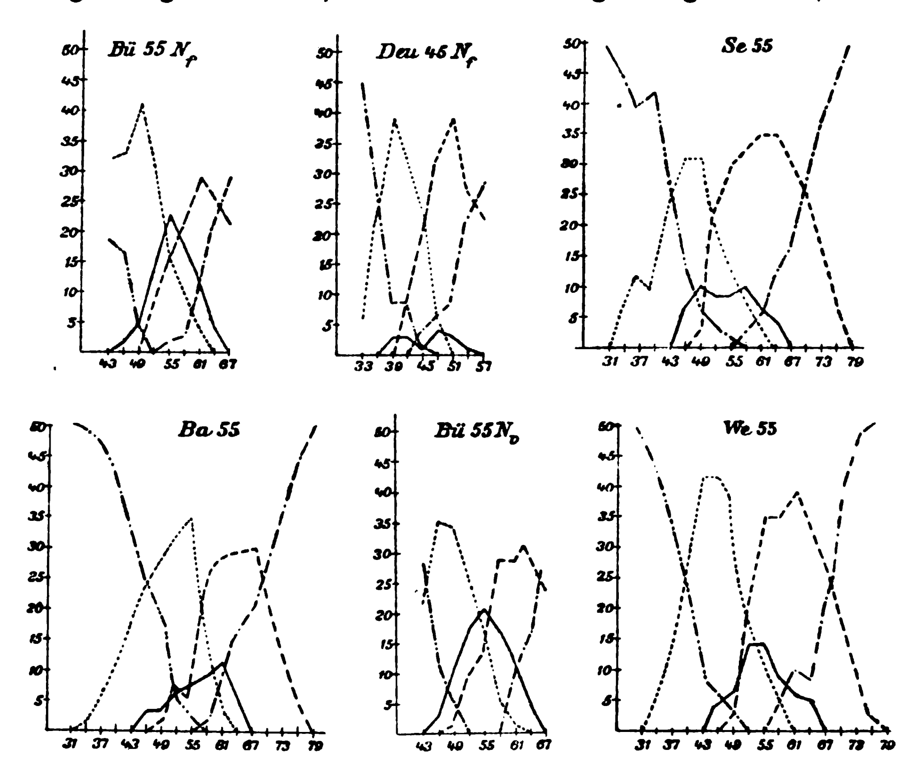
Wenn wir uns die am Schlusse beigegebenen Versuchstabellen graphisch veranschaulichen wollen, müssen wir zunächst eine Tatsache berücksichtigen, die, so selbstverständlich sie zu sein scheint, doch erst von Bergemann [3] gebührend hervorgehoben worden ist, daß nämlich die Wahl der Koordinateneinheiten die Auffassung der Kurven merklich zu beeinflussen vermag. Demnach bedeuten im Folgenden die Abszissen die Reizgrößen, die Ordinaten die Zahlen der Urteile; und es entsprechen, dem Vorschlage Bergemanns folgend, bei unsern Kurven 6 Einheiten der Abszissenachse, die 6 cm Reizdifferenz repräsentieren, 5 Einheiten der Ordinatenachsen, d. h. 5 Urteilen der betreffenden Art. Da es nicht gut angeht, alle Kurven abzudrucken, seien nur einige besonders charakteristische herausgehoben. In diesen bedeuten die ausgezogenen Kurven die Gleichheits-(Gl-)Urteile, die punktierten die Urteile »kleiner» (K), die unterbrochenen (- - -) die Urteile »größer« (G), die unterbrochen punktierten (- · · - und - · · -) links »deutlich kleiner« (DK), rechts »deutlich größer« (DG).

Diese zeigen uns schon, daß teilweise das Gaußsche Gesetz annähernd für unsre Versuche gilt (Bü 55 N_f[1]) u. N_v), teilweise auch nicht angenähert Geltung hat (Deu 45 N_f, Se 55). Ferner führen sie uns verschiedene typische Fälle von Asymmetrie vor (Ba 55, Bü 55 N_f u. N_v, We 55), die durch die Berechnung noch deutlicher zutage treten

[1]) Zur Abkürzung sei der Fall, wo der Normalreiz N-R zuerst gegeben wurde, also dem Vergleichsreize V-R vorausging, mit N_v, der Fall, wo der Normalreiz dem Vergleichsreize folgte, mit N_f bezeichnet. Ist keine nähere Bezeichnung angegeben, so ist stets nur der Fall N_v durchgeführt worden.

werden. Außerdem finden wir schon bei diesen wenigen Kurven den bereits von Nörr [22] gefundenen Einfluß der Zeitfolge bestätigt, daß die Prozentzahl der richtigen Fälle größer ist, wenn der stärkere Reiz zuletzt gehört wird (Bü 55 N_f, Deu 45 N_f, Ba 55, Se 55), ein Ergebnis, auf das wir später nochmals zurückkommen werden.

Im Verlaufe zeigt sich namentlich bei den Gl-Urteilen [1]) öfters kein regelmäßiges Verhalten, vielmehr treten Unregelmäßigkeiten auf, die



Müller [20, p. 37] als »Verkehrtheiten erster Ordnung«, wenn für eine gewisse Reizdifferenz die Anzahl der Urteile gleich oder gar kleiner ist als für eine geringere Differenz, und als »Verkehrtheiten zweiter Ordnung« bezeichnet, wenn die Urteilszahlen zunächst langsamer und dann rascher zunehmen. Für das Auftreten solcher »Verkehrtheiten«

[1]) Weiterhin sollen bezeichnet werden (stets bezogen auf den Vergleichsreiz) die Urteile: »gleich« mit Gl, »kleiner« oder »schwächer« mit K, »größer« oder »stärker« mit G, »deutlich schwächer« mit DK und »deutlich stärker« mit DG.

führt er verschiedene Gründe an, von denen aber in unserem Falle wohl kaum einer geltend gemacht werden könnte. Daß 850 Versuche — denn die Urteile erstrecken sich bei einigen Versuchspersonen über 17 Reizdifferenzen — eine zu geringe Anzahl sei, läßt sich wohl kaum behaupten, auch »ein fehlerhaftes Zusammenwerfen der Resultate solcher Versuchspersonen oder Versuchskonstellationen, denen tatsächlich ein verschiedenes Verhalten zugehört« oder auch ein »Zusammenwerfen von Resultaten ganz verschiedener Übungsstadien« hat nicht stattgefunden, ebensowenig ließen sich irgendwelche Fehlerquellen entdecken. Schließlich wird noch angeführt ein »zu wenig gewissenhaftes Verhalten der Versuchspersonen«, ein Ausdruck, der den Anschein erweckt, als ob die Versuchsperson wissentlich leichtfertig geurteilt habe, doch dürften mehr noch unwissentliche Beeinflussungen, insbesondere psychische Stimmungen der Versuchspersonen dabei im Spiele sein, die allerdings, wie sich an einer Versuchsperson zeigte, einen ziemlich großen Einfluß auszuüben vermögen und die Ergebnisse anscheinend mehr beeinflussen, als man gemeinhin anzunehmen pflegt.

Den relativ regelmäßigsten Verlauf zeigen trotz ihrer mitunter geringen Anzahl die DG- und DK-Urteile. Auch die G- und K-Urteile zeigen im allgemeinen einen Gang, der etwa dem des einseitigen oder wenigstens des zweiseitigen Gaußschen Gesetzes annähernd zu entsprechen scheint, während ein solches Verhalten bei den Gl-Urteilen lange nicht in dem Maße hervortritt, was eben auf die Verkehrtheiten zurückzuführen ist. Da nun Müller nur solche Versuchsreihen als gut betrachtet, die frei von solchen »Verkehrtheiten« sind, sich also dem Gaußschen Gesetze unterordnen, kann er dann Formeln benutzen, denen dieses Gesetz zu Grunde liegt. Es dürfte aber sehr schwierig sein, stets Versuchsreihen ohne »Verkehrtheiten« zu erhalten, so daß das Gaußsche Gesetz nicht im vollen Umfange anwendbar ist.

B. Berechnung der Ergebnisse.

1. Das Gaußsche Gesetz.

Bezüglich der Anwendbarkeit des Gaußschen Gesetzes auf psychophysische Vorgänge sagt schon Lorenz: »Was nun die Prüfung des Gaußschen Gesetzes betrifft, so läßt sich auf psychophysischem Ge-

biete ein direkter Nachweis seiner Gültigkeit wegen der Natur der hier auftretenden Fehler nicht liefern« [14, p. 415f]. Deshalb versucht er diesen Nachweis zu führen mit Hilfe der Formeln von Fechner und Müller. Obwohl sich aber bei ihm die durch die Praxis erhaltenen Ergebnisse nicht decken mit den durch die Formeln berechneten Werten, verwirft er nicht das Gaußsche Gesetz als ungeeignet, sondern schreibt diese mangelhafte Übereinstimmung »der unzureichenden Zahl der Versuche« zu — es waren für jede Stellung 100. — Merkel steht auf dem Standpunkte, daß bei kleinern mittleren Fehlern »die Anwendung des Gaußschen Integrals eine überaus sichere« [15, p. 155f.], andernfalls aber eine weniger exakte zu nennen sei. An einer andern Stelle erklärt er sogar, allerdings ohne den Beweis dafür zu erbringen: »Das Gaußsche Gesetz muß im Gebiete der Psychophysik Anwendung finden können, ja die Bedingungen hierfür scheinen in diesem Gebiete noch günstiger zu sein als im Gebiete der Physik. Wenn sich diese Theorie trotzdem so wenig Anerkennung verschafft hat, so stehen entweder ihre Grundlagen in Frage, oder die psychophysischen Versuche sind nicht den Forderungen der Theorie entsprechend ausgeführt worden« [16, p. 568]. Dem ist entgegenzuhalten, daß doch alle Experimentatoren ihre Versuche möglichst fehlerfrei anzustellen und auszuführen suchen, daß aber trotzdem die meisten zu gar keiner oder höchstens nur zu einer mangelhaften Bestätigung der Verwendbarkeit des Gaußschen Gesetzes für psychologische Vorgänge gekommen sind. Es sei nur an das Ergebnis von Mosch [20] erinnert, der zu dem Schlusse kommt, daß »das Gaußsche Gesetz zur genauern Darstellung der Beobachtungen nicht ausreicht«, weshalb er durch die Brunssche Reihe [4] das Gaußsche Gesetz solange erweitert, bis Beobachtung und Formel hinreichend übereinstimmende Werte ergeben. Nun ist zwar nicht zu leugnen, daß eine Darstellung durch eine mathematische Funktion gewisse Vorteile bietet — doch darf man Werte, welche diesem Gesetze nicht genügen, nicht einfach als weniger gut oder gar unbrauchbar, als »herausgefallen« bezeichnen — aber für die Charakterisierung der Versuchsergebnisse ist es unerläßlich, von diesen selbst ausgehend auf möglichst einwandfreie Art zu einer Gesetzmäßigkeit zu gelangen bzw. das Nichtbestehen einer solchen Gesetzmäßigkeit nachzuweisen.

Diese Überzeugung hat sich im Laufe der Zeit mehr und mehr

Bahn gebrochen. Deshalb hat man sich auf die Frage beschränkt, wie man den Verlauf einer vorgelegten beobachteten Verteilung am zweckmäßigsten für die weitere Erörterung durch gewisse Parameter oder »numerische Elemente« charakterisiert. Hierzu sind nun von jeher die Potenzmittel, im besondern die auf das arithmetische Mittel als Ausgangspunkt bezogenen Potenzmittel herangezogen worden. Lipps benutzt als Elemente die Potenzmittel selbst [11, 12, 13], indem er davon ausgeht, daß die n niedrigsten von diesen Mittelwerten die ursprüngliche Verteilung wieder herzustellen gestatten, sobald die Verteilung $n + 1$ Ordinaten umfaßt. Bruns [4] führt dagegen bestimmte Verbindungen der Potenzmittel ein und erreicht dadurch den Vorteil, daß sich für den Fall einer nicht zu weitgehenden Asymmetrie die Abweichungen von dem lediglich als Vergleichsnorm dienenden Exponentialgesetz unmittelbar übersehen lassen.

Bei den Potenzmitteln werde ich von den beiden Bezeichnungen, die Lipps eingeführt hat, die frühere benutzen, d. h. es bedeutet ε_n die n-te Wurzel des arithmetischen Mittels aus den n-ten Potenzen der Abweichungen der Einzelfälle von ihrem arithmetischen Mittel[1]). Die Größe ε_n besitzt dann immer dieselbe Dimension, wie das Argument der betrachteten Kollektivreihe.

Mit Hilfe der beiden obigen Methoden ist es nun möglich, um die Nicht-Übereinstimmung unserer Versuchsergebnisse mit dem Gauß-schen Gesetze nachzuweisen, die ja bereits oben konstatiert ist, den Betrag der Abweichung von diesem Gesetze zahlenmäßig zu berechnen. Dazu benutzt Lipps nach Gauß [8, Art. 11] entweder die Differenz

$$\varepsilon_4^4 - 3\,\varepsilon_4^2,$$

die bei Gültigkeit des Gaußschen Gesetzes zu Null werden müßte, oder den Quotienten

$$\varepsilon_4^4 : \varepsilon_2^4,$$

der natürlich für denselben Fall den Wert 3 haben müßte. Die Berechnung der Quotienten ist jedoch eher zu empfehlen, da diese einen ruhigeren Verlauf zeigen als die Differenzen. Bruns dagegen berechnet den Koeffizienten:

$$D_4 = (\varepsilon_4^4 - 3\,\varepsilon_2^4) : 96\,\varepsilon_2^4.$$

[1]) Bezüglich der Berechnungsweise dieser Werte sei auf Lippsens Veröffentlichungen [11, 12, 13] verwiesen.

Nachstehend sind die Werte von 100 D_4 (um Ziffern zu sparen) für die Gleichheitsurteile zusammengestellt; die erste Spalte linkerhand gibt den Normalreiz an.

Tabelle I. Werte von 100 D_4.

N-R	Bü Nv	Bü Nf	He Nv	He Nf	Sa Nv	Sa Nf
40	— 0,41	+ 0,66	+ 0,74	+ 0,16	— 0,22	— 0,05
45	— 0,06	— 0,25	— 0,44	— 0,52	— 0,81	— 0,06
50	— 0,63	— 0,81	— 0,81	— 0,64	— 0,26	— 0,64
55	— 0,76	— 0,41	— 0,70	— 0,35	— 0,68	— 0,29
60	— 0,56	— 0,75	+ 0,17	— 1,60	— 0,35	— 0,50

N-R	Deu Nv	Deu Nf	Ba Nv	Se Nv	We Nv	Me Nv
40	— 1,08	+ 0,71	— 0,46	— 0,28	+ 0,07	— 0,57
45	+ 0,63	— 1,36	— 0,80	— 0,92	— 0,41	— 0,63
50	— 0,05	— 0,73	+ 0,16	— 0,55	— 0,88	— 0,31
55	— 0,88	— 0,94	— 0,68	— 1,11	— 0,48	— 0,45
60	— 0,12	— 0,98	— 0,69	— 1,07	— 0,77	— 1,60

Bei der Deutung der gefundenen Zahlen sind die nachstehenden Bemerkungen zu beachten. Stellt man einer gegebenen Verteilung V, deren Abszissen den Mittelwert c und die »Streuung« ε_2 besitzen, ein Exponentialgesetz E mit denselben Parametern c und ε_2 als Vergleichsnorm gegenüber, so liefert die Einheit von 100 D_4 zu den Differenzen $V—E$ einen Beitrag, der an dem Orte von c nach Ausweis der Brunsschen Tabellen auf sieben Prozent des Umfanges der betrachteten Kollektivreihe und auf zwölf Prozent der zugehörigen Ordinate von E steigt. Danach ist also die Abweichung des Koeffizienten D_4 von seinem normalen Werte, bei den Reihen

Bü 45 N_v, Sa 40 N_f, Sa 45 N_f, Deu 50 N_v, We 40 N_v

als unmerklich, nämlich Null, hingegen bei den Reihen

He 60 N_f, Deu 40 N_v, Deu 45 N_f, Se 55 N_v, Se 60 N_v, Me 60 N_v

als sehr merklich anzusehen, während die übrigen Reihen sich zwischen die genannten einordnen. Wichtiger jedoch als die numerischen Beträge von D_4, die keinen gesetzmäßigen Gang erkennen lassen, ist das Verhalten der Vorzeichen. Von den 60 mitgeteilten Zahlen sind

nur 8 positiv, und von letzteren gehören 3 derselben Versuchsperson He an. Eine derartige Verteilung der Vorzeichen weist aber auf eine ausgesprochene systematische Abweichung von dem Gaußschen Gesetz hin.

Des weiteren läßt sich auf Grund der Brunsschen Entwicklungen noch folgendes aussagen. Wenn eine Versuchsreihe gemischt, d. h. in sich ungleichartig ist, so wirkt dieser Umstand auf positive Werte von D_4 hin. Außerdem wird diese Wirkung verstärkt, wenn wie hier das Argument, d. h. die Vergleichsreize, unstetig abgestuft sind. Da nun im vorliegenden Falle die negativen Werte von D_4 weitaus überwiegen, so wird man bis auf weiteres annehmen dürfen, daß die erstrebte innere Gleichartigkeit mindestens bei der Hauptmasse der Versuche tatsächlich erreicht worden ist. Andererseits legt das negative Vorzeichen die Vermutung nahe, daß bei Versuchen von größerer Ausdehnung und mit feinerer Abstufung der Vergleichsreize die Verteilungsordinaten an den beiden Enden der Kurve nicht allmählich, sondern plötzlich in den Wert Null übergehen könnten. Endlich mag noch erwähnt werden, daß ein negativer Wert von D_4 Beiträge erzeugt, die in der Umgebung des Mittelwertes c und in größerer Entfernung davon auf eine unternormale Häufigkeit der Verteilung hinwirken, während in mittlerer Entfernung von c übernormale Beiträge auftreten.

Das beschriebene Verhalten der Gl-Urteile ist noch deutlicher bei den G- und K-Urteilen nachzuweisen, trotz des Umstandes, daß nicht alle hierher gehörigen Reihen zur Berechnung von D_4 verwendbar sind. Die direkte Berechnung der Potenzmittel setzt nämlich voraus, daß die Verteilungskurve vollständig, d. h. nach beiden Seiten bis zu den Ordinaten Null hin beobachtet worden sei. Das war nun aber nicht für alle Werte des Normalreizes ausführbar. Denn einerseits prallte die Kugel bei den Stellungen unter 24 cm noch einmal auf die Platte auf [1]), andererseits war der Reiz, wenn die Kugeln aus 79 cm Höhe herabfielen, derart, daß er Unbehagen, und öfter wiederholt, manchmal auch Schmerz erzeugte. Da also eine Grenze nach oben und nach unten hin sich ergab, konnten nur die drei mittleren Intensitäten obiger Behandlung unterworfen werden. Dabei ergaben sich

[1]) s. Versuchstabellen am Schlusse.

etwas größere, aber auch konstantere Abweichungen als bei den Gl-Urteilen, wie folgende Tabelle der Koeffizienten D_4 zeigt.

Tabelle II. Werte von 100 D_4.

N-R	Ba K	Ba G	Se K	Se G	We K	We G	Me K	Me G
45	—0,30	+1,57	—0,40	—0,58	—0,34	—0,27	—0,64	—0,34
50	—0,49	—0,49	—0,42	—0,49	—0,30	+0,50	—0,05	—1,25
55	—0,50	—0,45	—0,34	—0,86	—0,31	—0,77	+0,22	—0,40

Die Vorzeichen sind wieder überwiegend negativ. Unter den 24 Werten kommen nur 3 positive vor, von denen 2 auf die G-Urteile fallen. Hieraus sind ohne weiteres dieselben Schlüsse wie vorhin zu ziehen, d. h. es ist eine systematische Abweichung von dem Exponentialgesetz deutlich ausgesprochen. Ferner verdient noch hervorgehoben zu werden, daß nicht weniger als 15 Werte in das beschränkte Gebiet von 0,27—0,50 fallen. Im übrigen ist zwischen den G und K kein ausgesprochener Unterschied nachzuweisen, wie sich unmittelbar aus den Werten der Differenz G—K ergibt.

2. Die Unterschiedsschwelle.

Da sich für unsere Ergebnisse das Gaußsche Gesetz als nicht im vollen Umfange gültig herausgestellt hat, müssen wir uns nach Methoden umsehen, die uns erlauben, ohne Annahme des Gaußschen Gesetzes die Unterschiedsschwelle zu bestimmen. Es kommen hierbei nur Methoden von Lipps und G. E. Müller in Betracht. Lipps hat zur Berechnung der Unterschiedsschwelle die Formeln aufgestellt [12, p. 90]:

$$\varepsilon_2^2 = \eta_2^2 + (i^2 : 3) \text{ und } \varepsilon_4^4 - 3\,\varepsilon_2^4 = \eta_4^4 - 3\,\eta_2^4 - (2\,i^4 : 15).$$

Da sich diese Formeln jedoch auf die Voraussetzung gründen, daß sich die variabelen Einflüsse nicht im Zusammenhange mit den in den Unterschiedsschwellenwerten zu Tage tretenden Einflüssen ändern, eine Voraussetzung, die weder bei Lippsens optischen Versuchen, noch bei den vorliegenden Versuchen erfüllt war, so konnte nur die obere Grenze der Unterschiedsschwelle berechnet werden nach der Formel:

$$i^2 < 3\,\varepsilon_2^2 \text{ oder } i < \varepsilon_2 \sqrt{3}.$$

Wenn trotz des negativen Resultates seiner Versuche Lipps diese Formel noch nicht aufgegeben hat, so lag dies daran, daß er das optische Gebiet infolge der langen Dauer der Nachbilder, der größeren Ermüdbarkeit des Auges usw. für nicht ganz geeignet hielt zur Klärung dieser Verhältnisse. Wie die Tabellen XIII und XIV[1]) zeigen, ließ sich aber auch auf dem in dieser Beziehung weniger komplizierten akustischen Gebiete dieser Nachweis nicht erbringen.

Ferner wurde noch benutzt die gleichzeitig von Lipps auf algebraischem Wege [12, p. 68] und von Müller auf mehr geometrischem Wege, mit Hilfe der sogenannten Idealgebiete [19, p. 148f.] gefundene Formel:

$$J = (l \cdot \Sigma gl) : m$$

in der gl die Gleichheitsurteile, m die Summe aller Urteile und l die Reizdifferenz der aufeinander folgenden Glieder der betreffenden Versuchsreihe bezeichnet.

Endlich soll im folgenden mit R der durch rohe Schätzung und Interpolation gewonnene Wert bezeichnet sein, den das arithmetische Mittel der Punkte ergibt, an denen auf die betreffende Urteilsart 50 °/₀ aller Urteile entfallen.

Diese drei Größen sind in folgender Tabelle vereinigt.

Tabelle III.

N-R		Bü Nv	Bü Nf	He Nv	He Nf	Sa Nv	Sa Nf
40	$i <$	3,50	2,42	2,31	3,00	2,27	2,69
	$J =$	2,73	1,74	0,99	3,15	2,76	2,16
	$R =$	2,9	1,6	1,0	3,2	3,2	2,5
45	$i <$	3,08	3,62	3,68	3,26	2,48	3,06
	$J =$	2,28	1,71	3,54	2,88	2,61	2,73
	$R =$	2,9	1,6	3,3	3,1	3,1	2,7
50	$i <$	3,86	3,32	4,23	3,42	3,39	3,20
	$J =$	3,09	2,70	3,42	2,91	1,98	1,98
	$R =$	3,3	3,4	3,5	2,9	2,2	2,4
55	$i <$	3,90	3,44	3,62	3,68	3,86	3,69
	$J =$	2,49	2,19	0,69	3,06	3,36	3,18
	$R =$	2,6	2,6	0,3	3,0	3,1	3,1
60	$i <$	4,05	3,92	3,42	4,34	3,65	3,62
	$J =$	2,73	2,46	0,84	2,79	2,97	2,13
	$R =$	3,5	3,7	1,1	3,1	3,1	2,3

[1]) s. p. 80 f.

N-R		Deu Nv	Deu Nf	Ba Nv	Se Nv	We Nv	Me Nv
40	$i <$	2,27	2,43	3,68	3,25	2,33	3,67
	$J =$	0,99	0,75	0,84	1,38	1,83	2,76
	$R =$	1,0	0,8	0,9	3,1	2,0	2,9
45	$i <$	2,78	4,14	4,29	4,52	3,14	3,56
	$J =$	0,27	0,45	1,95	1,68	2,46	2,37
	$R =$	0,3	0,1	1,6	1,1	2,6	2,7
50	$i <$	3,33	4,03	3,51	4,26	2,85	3,62
	$J =$	1,89	2,31	1,32	1,32	1,29	2,67
	$R =$	0,3	2,3	1,5	1,3	1,1	1,8
55	$i <$	2,72	3,57	4,40	4,68	4,01	3,66
	$J =$	0,90	1,02	1,35	1,56	1,62	2,40
	$R =$	0,8	0,8	0,6	1,2	0,2	2,9
60	$i <$	3,44	4,68	4,13	4,73	3,69	4,44
	$J =$	1,56	2,49	1,50	1,26	2,01	1,50
	$R =$	2,0	3,0	1,0	0,7	1,6	1,5

Diese Tabelle zeigt, was ja der Herleitung nach schon zu erwarten war, daß der Wert R der Müllerschen Schwelle J näher steht als der Lippsschen. Wenn alle drei Größen nur in 20 Fällen gut übereinstimmen, so hat dies, wie man durch Vergleich mit den Tabellen I—VIII am Schlusse der Arbeit sieht, seinen Grund wohl darin, daß die Zahl der gefällten Urteile die Größen J und R merklich beeinflußt, was bei der Lippsschen Schwelle, die natürlich auch von dieser Zahl abhängt, lange nicht so deutlich hervortritt. Da aber die Lippsschen Schwellenwerte nur Grenzwerte sind, lassen sie sich für weitere Untersuchungen z. B. über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes nicht ohne weiteres verwenden; doch wird sich zeigen, daß sie in unserem Falle zu denselben Ergebnissen führen wie die anderen Werte. — Alle drei Werte zeigen nur insofern eine Übereinstimmung, als die Schwellenwerte bedeutend kleiner sind, als die der meisten früheren Autoren; denn sie betragen durchschnittlich nur 1 : 11 bis 1 : 14 des Normalreizes, was mit den von Ament [1] gefundenen (1 : 3 bis 1 : 6) noch am besten übereinstimmt. Im übrigen zeigen die drei Größen keine Übereinstimmung, selbst nicht in ihrem Verlaufe, der weit davon entfernt ist, auch nur annähernd parallel zu sein.

Höchst auffällig ist aber der Umstand, daß für den Fall, wo der konstante Reiz zuletzt gegeben wurde, die Unterschiedsschwelle durchschnittlich kleiner ausfiel, als für den Fall, daß der konstante Reiz zuerst gegeben wurde, während man doch geneigt ist, diesen vierten

Hauptfall, wie wir den ersten mit G. E. Müller[1]) nennen wollen, für wesentlich verwickelter und schwerer unterscheidbar zu halten. Der Grund für dieses merkwürdige Verhalten, das sich auch weiterhin zeigen wird, ist wohl darin zu suchen, daß im vierten Hauptfalle die Aufmerksamkeit wegen der ungewohnten Art der Beurteilung an und für sich schon stärker gespannt ist und sich auf den ersten Reiz richtete, der sich so fester einprägte und eine Vergleichung mit dem zweiten Reize leichter möglich machte als im ersten Hauptfalle, wo der erste Reiz, ich möchte beinahe sagen, mehr perzipiert als apperzipiert wurde. Dieser Umstand wird jedenfalls bei der Bildung der Zeit- und Raumfehler einen nicht geringen Anteil haben.

Zur Ergänzung dieser Untersuchungen seien noch die Tabellen derselben drei Größen für die K- und G-Urteile, sowie für die DK- und DG-Urteile mitgeteilt; doch ist bei den letzten, da sie nur nach einer Richtung hin zunehmen, das Interpolationsverfahren nicht anwendbar.

Tabelle IV.

N-R		Ba K	Ba G	Se K	Se G	We K	We G	Me K	Me G
45	$i<$	4,41	4,03	4,43	4,87	[4,52]	4,25	[5,45]	4,28
	$J=$	3,60	4,50	4,38	5,40	[4,74]	4,17	[4,89]	5,58
	$R=$	2,3	4,8	4,0	6,1	[4,0]	3,6	[2,8]	5,5
50	$i<$	4,71	[5,24]	[5,44]	[5,63]	4,40	4,13	4,08	4,92
	$J=$	4,77	[5,16]	[5,73]	[8,16]	4,86	3,90	5,28	6,78
	$R=$	5,2	[4,4]	[6,0]	[8,2]	4,2	3,5	5,0	7,7
55	$i<$	4,93	5,01	5,34	5,67	4,50	5,26	4,23	5,24
	$J=$	5,01	4,98	4,74	6,93	5,94	6,54	5,13	6,84
	$R=$	4,6	5,4	3,9	8,1	5,7	7,1	4,8	5,9

Tabelle V.

N-R		Ba DK	Ba DG	Se DK	Se DG	We DK	We DG	Me DK	Me DG
45	$i<$	2,85	2,43	2,42	2,86	[2,42]	2,86	[2,80]	2,03
	$J=$	2,01	1,35	1,58	1,38	[1,52]	1,46	[1,53]	1,23
50	$i<$	3,44	[3,03]	[3,14]	[2,15]	2,95	3,14	2,22	2,88
	$J=$	2,90	[1,47]	[1,41]	[1,30]	1,70	1,92	1,53	1,36
55	$i<$	3,54	3,03	3,04	2,99	2,50	3,10	2,18	2,31
	$J=$	1,78	1,54	1,48	1,40	1,47	1,57	1,81	1,90

[1]) [19, p. 67.] Mit dem Wechsel der Zeitlage ergab die Versuchsanordnung auch einen Wechsel der Raumlage.

Bei einigen Werten konnte die Versuchsreihe, infolge der früher erwähnten Hindernisse, nicht soweit durchgeführt werden, als es wünschenswert war. Da aber trotzdem sich vermutlich gar kein oder doch nur ein sehr kleiner Fehler ergibt, ist auch für diese Reihen die Berechnung durchgeführt worden; diese Werte sind jedoch, um sie kenntlich zu machen, in [ ] eingeschlossen worden.

Obige beiden Tabellen zeigen, daß für die G- und K-Urteile die Unterschiedsschwelle etwas größer ist als die der Gl-Urteile; denn sie beträgt 1 : 8 bis 1 : 11, daß dagegen die der DG- und DK-Urteile außerordentlich gering ist; denn sie beträgt nur etwa 1 : 20. Bemerkenswert ist auch an diesen beiden Tabellen, daß für sämtliche in ihnen berechneten Größen die Unterschiedsschwelle der K- und DK-Urteile durchschnittlich größer ist als die der G- und DG-Urteile. Da bei beiden Tabellen der Normalreiz zuerst gegeben wurde, haben wir also hiermit eine neue Bestätigung des bereits p. 54 erwähnten Ergebnisses von Nörr [22]. Ferner tritt auch hier der Vorzug der Lippsschen Schwellenformel hervor, daß bei ihr trotz geringer Urteilszahlen sich relativ konstante Werte ergeben, während die Müllersche Schwellenformel, die bei annähernd gleichen Urteilszahlen in den zu vergleichenden Reihen diesen Wert schneller liefert, für eine geringe Anzahl von Urteilen einfach versagt, wie dies Tabelle III besonders deutlich zeigt; doch mag dies darauf zurückzuführen sein, daß das Intervall von 3 cm zur Berechnung nach diesen Formeln zu groß ist. Berücksichtigt man aber, daß nach Müller [19, p. 151]

$$J = S_u + S_o$$

sein soll, während i und R dem Werte $(S_u + S_o) : 2$ analog wären, so würde sich der Müllersche Wert allerdings als Unterschiedsschwelle nicht brauchbar zeigen, da diese durchschnittlich nur halb so groß wäre als die zwar rohe, aber trotzdem, wenigstens bei großen Urteilszahlen als den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend, Vertrauen verdienende Größe R, in deren Nähe alle Werte einer etwaigen Schwellenbestimmung liegen müßten. Die Lippssche Schwelle wiederum erfüllt zwar diese Forderung insofern, als sie fast stets über R liegt, doch gibt sie leider nicht den eigentlichen Schwellenwert, sondern nur seine obere Grenze.

3. Das Webersche Gesetz.

Was nun die Zulassung des Weberschen Gesetzes auf dem Gebiete der Schallintensitäten betrifft, so herrscht darüber große Unklarheit, ob und in wie weit es gilt. Obwohl nun vorliegende Versuche nicht in der Absicht angestellt wurden, eine solche Gültigkeit zu erweisen, wurden doch die Quotienten $(N + i) : N$, $(N + J) : N$, $(N + R) : N$ und $N : (N - i)$, $N : (N - J)$, $N : (N - R)$ berechnet, um die Ergebnisse mit den später zu erwähnenden, durch die Methode der Minimaländerungen erhaltenen zu vergleichen, und dabei eine Tabelle erhalten, die für die Lippssche Schwelle ganz wider mein Erwarten die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes bestätigt, obwohl nach Aussage der Versuchspersonen für $N = 60$ die Intensität der Reize so groß war, daß sie teilweise Unbehagen erzeugte. Die Quotienten $(N + J) : N$, $N : (N - J)$ und $(N + R) : N$, $N : (N - R)$ dagegen ergeben diese Bestätigung nicht mit derselben Präzision, was, wie schon erwähnt, durch die große Abhängigkeit dieser Werte von der Anzahl der abgegebenen Urteile zu erklären ist. Obwohl sich auf diese Werte, da sie eben nur Grenzwerte, aber keine wahren Werte sind, nicht ohne weiteres die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes gründen ließe, glaube ich doch, da schon verschiedene Autoren zu ähnlichen Ergebnissen gelangt sind — ich erinnere an Lorenz [14], Angell [2], Kämpfe [9] und Merkel [17]—, auf Grund meiner Resultate die Gültigkeit dieses Gesetzes bestätigen zu dürfen. Übrigens tritt diese Konstanz der Quotienten noch mehr zu Tage, wenn man die Unterschiedsschwellen der G- und K-, sowie der DG- und DK-Urteile zu Hilfe nimmt. Es sind dies meines Wissens die ersten Versuche, völlig getrennt auf Grund der Gl-Urteile einerseits und der K- und G- bezw. DK- und DG-Urteile andererseits irgend welche Schlüsse zu ziehen; um so beachtenswerter ist die Bestätigung des Weberschen Gesetzes für alle fünf Urteilsarten. Ich lasse deshalb hier die Tabelle (p. 66) für die G- und K-Urteile folgen.

4. Die »Streuung« und »Schwankung«.

War es bisher möglich, beide Methoden nebeneinander zu behandeln und gemeinsam zu diskutieren, so wird dies bei der Streuung und auch später bei der Asymmetrie illusorisch, da hier beide Methoden wesentlich auseinandergehen. Lipps benutzt nämlich als Streuungs-

Tabelle VI.

	N-R	Ba K	Ba G	Se K	Se G	We K	We G	Me K	Me G
$(N+i):N$	45	1,10	1,09	1,10	1,11	1,10	1,09	1,12	1,10
	50	1,09	1,10	1,11	1,11	1,09	1,08	1,08	1,10
	55	1,10	1,09	1,10	1,10	1,08	1,10	1,08	1,10
$(N+J):N$	45	1,08	1,10	1,10	1,12	1,10	1,09	1,11	1,12
	50	1,10	1,10	1,11	1,16	1,10	1,08	1,11	1,14
	55	1,09	1,09	1,09	1,13	1,11	1,12	1,09	1,12
$(N+R):N$	45	1,08	1,11	1,10	1,14	1,09	1,10	1,07	1,11
	50	1,11	1,10	1,12	1,13	1,09	1,08	1,11	1,17
	55	1,10	1,10	1,08	1,15	1,11	1,13	1,09	1,11

maß direkt den Gaußschen mittleren Fehler [11, p. 179] — dieser Wert sei weiterhin als Streuung bezeichnet —, während G. E. Müller das Streuungsmaß berechnet durch die Formel:

$$n \cdot z : \Sigma,$$

wo z die Anzahl der Vergleichsreize bezeichnet, deren Urteilszahlen nicht Null sind, n die Gesamtzahl der Urteile eines solchen Vergleichsreizes (bei unseren Versuchen also 50) und Σ die Gesamtzahl der erzielten Urteile einer bestimmten Urteilsart — dieses Streuungsmaß wollen wir im Gegensatz zum Gaußschen mittleren Fehler »Schwankung« nennen.

Natürlich sind diese beiden Werte weit davon entfernt, numerisch übereinzustimmen, ja sie zeigen nicht einmal denselben Verlauf. Die Tabelle der »Schwankung« ergibt aber sofort, daß der von Müller an Wreschners Gewichtsversuchen gefundene Satz: »Das Streuungsgebiet der U-Urteile geht dem Idealgebiete derselben annähernd proportional« für die vorliegenden Versuchsreihen nicht zutrifft.

Tabelle VII.

»Schwankung« der Gleichheitsurteile.

N-R	Bü N_v	Bü N_f	He N_v	He N_f	Sa N_v	Sa N_f	Deu N_v	Deu N_f	Ba N_v	Se N_v	We N_v	Me N_v
40	3,3	5,2	7,6	3,3	2,7	4,2	6,1	10,0	12,5	7,6	4,1	3,8
45	4,6	5,3	3,4	3,7	2,9	3,8	28,0	20,0	5,4	6,3	4,3	4,4
50	3,4	3,3	3,3	3,6	5,3	4,6	5,6	4,5	8,0	8,0	5,7	3,9
55	4,5	4,7	13,1	3,2	3,2	3,0	8,3	8,7	7,7	6,7	6,5	4,4
60	3,8	4,3	12,5	3,8	3,5	4,9	4,8	4,2	7,0	8,2	5,2	7,0

Nur die Reihe He Nf zeigt einige Konstanz, während in jeder anderen Reihe mindestens ein Wert die Konstanz weit durchbricht. Was nun die Berechnungsart selbst betrifft, so zeigt sich wieder, daß die mitunter stark variierende Zahl der Gl-Urteile dieses Maß der »Schwankung« beeinflußt und zwar so stark, daß es unmöglich ist, auf Grund dieser Werte irgend welche Aussagen zu machen.

Die Lippssche Methode dagegen benutzt nicht nur die mittlere quadratische Abweichung zur Charakterisierung der Streuung, sondern überhaupt alle Mittelwerte gerader Ordnung. In unseren Tabellen XIII und XIV sind nur die Werte s_2^2 und s_4^4 berechnet, die im allgemeinen zur Charakterisierung genügen werden. Um eine Gegenüberstellung mit den Müllerschen Werten zu ermöglichen, sind in Tabelle VIII die Werte s_2 berechnet worden.

Tabelle VIII.

»Streuung« der Gleichheitsurteile.

N-R	Bü Nv	Bü Nf	He Nv	He Nf	Sa Nv	Sa Nf	Deu Nv	Deu Nf	Ba Nv	Se Nv	We Nv	Me Nv
40	1,35	0,93	0,89	1,15	0,85	1,03	0,87	0,93	1,41	1,24	0,89	1,41
45	1,18	1,39	1,46	1,25	0,93	1,18	1,07	1,61	1,64	1,74	1,21	1,37
50	1,49	1,28	1,63	1,32	1,31	1,23	1,28	1,56	1,35	1,63	1,10	1,39
55	1,50	1,32	1,39	1,41	1,49	1,42	1,04	1,33	1,69	1,80	1,54	1,41
60	1,56	1,51	1,32	1,59	1,40	1,39	1,04	1,80	1,59	1,82	1,42	1,71

Die Unsicherheiten ändern diese Werte um 0,02 bis 0,06.

Diese Tabelle zeigt, daß der quadratische Fehler durchaus nicht proportional, ja überhaupt nicht mit wachsender Intensität des Reizes zunimmt, sondern unregelmäßig variiert, d. h. mit wachsender Intensität brauchen die variablen Fehler sich durchaus nicht zu vergrößern. Als neue variable Fehler kämen z. B. in Betracht die schwierigere Beurteilung bei stärkeren Intensitäten und das durch starke Intensitäten hervorgerufene Mißbehagen. — Vp. Bü. gab sogar zu Protokoll, daß sich für ihn bei den stärksten Reizen die Urteilsart ändere, indem er sich nach der Einwirkung erst beide Reize reproduzieren müsse und dann nur nach den reproduzierten Reizen die Differenz zwischen ihnen beurteile. — Ja, selbst für den vierten Hauptfall, dessen Beurteilung man doch im allgemeinen für schwieriger halten sollte als die des ersten Hauptfalles, ist die Streuung mitunter kleiner oder nahezu gleichgroß wie die der Urteile der ersten Hauptlage, wovon

nur Vp. Deu. eine Ausnahme macht, während das erwähnte Verhalten besonders deutlich bei Vp. Bü. zu Tage tritt. Eine Erklärung für diesen Umstand, der sich, wie die Tabellen XIII und XIV zeigen, auch auf die Streuungswerte höherer Ordnung erstreckt, ist bereits oben versucht worden.

5. Die Asymmetrie.

Zur numerischen Bestimmung der Asymmetrie benutzt G. E. Müller die Differenz der Urteile der betreffenden Art für beide Hälften der Verteilungstafel dividiert durch die Gesamtzahl der Urteile dieser Art. Da diese Zahlen jedoch nur zu 65 % dem Vorzeichen nach mit den durch Lippsens Berechnungsart erhaltenen übereinstimmen und außerdem wiederum sehr stark durch die Anzahl der gefällten Urteile beeinflußt werden, glaube ich, um so eher die ausführliche Mitteilung dieser Ergebnisse unterlassen zu dürfen. Überhaupt soll hier auf die Asymmetrie nicht weiter eingegangen werden, da auch die Werte ε_3^3 der Tabellen XIII und XIV keine Gesetzmäßigkeiten zeigen und das etwaige typische Verhalten der Versuchspersonen später behandelt werden soll.

6. Die Deutlichkeit der Scheidung.

Als neues Bestimmungsstück führt endlich G. E. Müller [19, p. 155] die Deutlichkeit der Scheidung der verschiedenen Urteilsarten ein, die ebenfalls für die vorliegenden Versuche berechnet wurde. Es ergaben sich dabei folgende Resultate:

Tabelle IX.

N-R	Bü N_v K-Gl	Bü N_v G-Gl	Bü N_f K-Gl	Bü N_f G-Gl	He N_v K-Gl	He N_v G-Gl
40	114	132	81	120	90	54
45	135	132	41	144	135	153
50	156	180	153	177	177	180
55	156	171	135	153	72	57
60	117	219	177	177	75	84

N-R	He N_f K-Gl	He N_f G-Gl	Sa N_v K-Gl	Sa N_v G-Gl	Sa N_f K-Gl	Sa N_f G-Gl
40	114	105	75	90	87	123
45	129	150	120	96	111	111
50	156	138	108	147	132	157
55	135	147	168	126	115	186
60	144	204	186	141	126	129

N-R	Deu Nv K-Gl	Deu Nv G-Gl	Deu Nf K-Gl	Deu Nf G-Gl	Ba Nv K-Gl	Ba Nv G-Gl
40	87	75	54	72	81	57
45	42	27	39	51	156	141
50	126	183	129	183	114	123
55	99	69	96	102	96	116
60	132	132	177	159	132	126

N-R	Se Nv K-Gl	Se Nv G-Gl	We Nv K-Gl	We Nv G-Gl	Me Nv K-Gl	Me Nv G-Gl
40	135	132	90	117	168	129
45	144	129	129	138	159	165
50	120	132	105	123	135	138
55	147	117	108	144	120	201
60	102	117	135	156	93	138

Tabelle X.

N-R	Ba DK-K	Ba DG-G	Se DK-K	Se DG-G	We DK-K	We DG-G	Me DK-K	Me DG-G
45	159	222	168	210	189	204	282	123
50	219	252	237	228	183	168	132	189
55	240	243	216	237	171	225	135	150

Die Tabelle zeigt einerseits, was schon Müller an den Gewichtsversuchen Wreschners konstatieren konnte [19, p. 157], daß die G- und K-Urteile sich von den Gl-Urteilen bedeutend schärfer scheiden als von den DG- und den DK-Urteilen. Andererseits ergibt sich, daß sich im vierten Hauptfalle die K-Urteile schärfer von den Gl-Urteilen scheiden als die G-Urteile d. h. also: es ist den Versuchspersonen stets deutlicher zum Bewußtsein gekommen, wenn ein Reiz schwächer als der Normalreiz war, als wenn er stärker als dieser war. Falls sich im ersten Hauptfalle ein gleiches oder ähnliches Verhalten zeigte, würde man auf irgend welche störenden Einflüsse schließen können, etwa auf große Veränderungen in der Klangfarbe der benutzten Platte oder ähnliches. Dies ist jedoch bei den vorliegenden Versuchen durchaus nicht der Fall, sondern die Scheidung ist bald nach dieser, bald nach jener Seite hin deutlicher, ja man darf im ersten Hauptfalle eher annehmen, daß die Trennung der G-Urteile von den Gl-Urteilen größer ist als die der K-Urteile von den Gl-Urteilen d. h. also: es ist hier eher das Gegenteil der Fall. Damit ist

natürlich durchaus nicht gesagt, daß im vierten Hauptfalle mehr K-Urteile als G-Urteile abgegeben worden wären und im ersten Hauptfalle umgekehrt; sonst müßte ja dieses Maß der Deutlichkeit parallel gehen der Asymmetrie der Reihen. Schließlich könnte man noch vermuten, daß dieses Verhalten vielleicht auf das arithmetische Mittel irgend welchen Einfluß ausgeübt hätte; aber auch hier läßt sich kein auch nur angenähertes Parallelgehen konstatieren. Vielmehr steht dieses Deutlichkeitsmaß neben den anderen als selbständiges Bestimmungsstück zur Charakterisierung der Reihen und gibt lediglich ein Maß für die Sicherheit, mit der ein Urteil im Vergleich zu einem anderen durchschnittlich gefällt worden ist.

Nachdem dies konstatiert ist, läßt sich wohl auch eine Erklärung der oben festgestellten Tatsachen geben. Daß die G- und K-Urteile sich schärfer von den Gl-Urteilen scheiden als von den DG- und DK-Urteilen, ist wohl daraus zu erklären, daß »gleich« gegenüber »kleiner« und »größer« als selbständige Urteilsart zu betrachten ist, während »deutlich kleiner« und »deutlich größer« nur eine genauere Fassung der Urteile »kleiner« und »größer« darstellen, wobei es nicht nur dem Empfinden, sondern auch der Willkür jedes einzelnen überlassen bleibt, wo er die Deutlichkeitsgrenze zieht. Ferner zeigt sich das vielleicht für Rhythmusuntersuchungen verwendbare Ergebnis, daß — da ja der vierte Hauptfall der Raum- und Zeitlage nach die Umkehrung des ersten Hauptfalles ist — das Urteil über die Stärke des Reizes sicherer ist, wenn auf den schwächeren ein stärkerer folgt als umgekehrt, ein Ergebnis, was dem von Nörr [22] gefundenen und schon erwähnten Resultate analog ist. Ergänzend sei hier noch bemerkt, daß einer Versuchsperson der Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten Reize größer erschien, wenn im vierten Hauptfalle ein stärkerer Reiz gegeben wurde, als wenn der variable Reiz schwächer war als der Normalreiz.

7. Individuelles.

Wenn wir schließlich noch versuchen, auf Grund dieser Ergebnisse das individuelle Verhalten der Versuchspersonen zu charakterisieren, so werden wir uns, was die Unterschiedsschwelle und die Streuung betrifft, besonders auf die Lippssche Methode stützen müssen.

Betrachten wir zunächst die Lage des arithmetischen Mittels der Gl-Urteile, so läßt sich höchstens sagen, daß die Vp. He, Se, We, Me mehr dazu neigen, das arithmetische Mittel nach der negativen Seite zu verschieben, während bei Vp. Sa. scheinbar das Gegenteil der Fall ist. Eher schon ließen sich die Versuchspersonen in bezug auf das arithmetische Mittel der K- und G-Urteile in drei Gruppen teilen, da bei Vp. Ba. das arithmetische Mittel für die G-Urteile weiter vom Normalreiz abliegt als das für die K-Urteile, Vp. We. repräsentiert dann den entgegengesetzten Typus und Vp. Se. und Me. würden insofern genau in der Mitte stehen, als in je einem Falle dieser Wert für die G-Urteile weiter, gleichweit und näher am Normalreize liegt als für die K-Urteile. Ganz analoges gilt für die DG- und DK-Urteile. Ob sich jedoch hier nur zufällig diese Gruppen ergeben haben, oder ob sich wirklich drei solche Typen scharf von einander trennen lassen, kann erst beurteilt werden, wenn mehr nach diesen Methoden berechnetes Material vorliegt. Dabei war hier die Entfernung vom objektiven Mittel, vom Normalreize aus, gerechnet. Geht man dagegen vom subjektiven Mittel d. h. vom arithmetischen Mittel der Gleichheitsurteile, aus, so verschiebt sich die Gruppierung dahin, daß an die Stelle der Vp. Ba. jetzt die Vp. Se. tritt, während sich im übrigen nichts ändert. Bemerkenswert ist das Ergebnis jedenfalls insofern, als eigentlich, wenn man die von Starke [23] angenommene Proportionalität der Schallstärke mit der Fallhöhe zugrunde legt, das arithmetische Mittel der G- bezw. DG-Urteile doch stets weiter vom Normalreiz abliegen müßte als das der K- bezw. DK-Urteile, und zwar auch mit der Fallhöhe wachsend, was bei den vorliegenden Versuchen durchaus nicht der Fall ist.

Was die Streuung betrifft, so zeigt sich, daß diese im allgemeinen, wenn der konstante Reiz zuerst gegeben wurde, größer ist als im anderen Falle, nur Vp. Bü macht davon eine Ausnahme. Es waren also in diesem Falle die variablen Fehler von größerem Einflusse als im ersten Hauptfalle, doch hat dies, wie schon früher gezeigt, durchaus keinen Einfluß auf die Unterschiedsschwelle. Sonst wäre höchstens noch zu erwähnen, daß eine steigende Tendenz bei jeder Versuchsperson vorhanden ist, — es liegt z. B. der letzte Wert stets höher als der erste, — die aber gewöhnlich von einem oder zwei Werten durchbrochen wird. Es ist allerdings bei einigen Versuchspersonen

die Streuung sehr groß (Ba., Se.), bei anderen dagegen außerordentlich klein (Sa. N_v, Deu. N_v), doch läßt sich irgend eine besondere Gesetzmäßigkeit oder Gruppierung aus diesen Werten nicht gewinnen.

Die Asymmetrie ist bei einigen Versuchspersonen ausgesprochen positiv (He., Me.), bei anderen ebenso ausgesprochen negativ (Ba.), während die übrigen ziemlich genau die Mitte zwischen beiden einnehmen. Es hat also die eine Gruppe mehr Reize als gleich beurteilt, die kleiner, also solche, die größer waren, und zwar mit ziemlicher Regelmäßigkeit, die zweite Gruppe hat sich umgekehrt verhalten (negative Asymmetrie) und die dritte zeigt kein bestimmtes Verhalten in dieser Beziehung.

Aus den Protokollen sei noch folgendes erwähnt:

Vp. Deu. fällte außerordentlich wenig Gleichheitsurteile, was mir erst nach Beendigung der Versuche auffiel. Die Erklärung dieses Umstandes gab die etwa in der Mitte der gesamten Versuchszeit gemachte Aussage dieser Versuchsperson, daß Gleichheitsfälle für sie außerordentlich schwer zu beurteilen seien, sie gerate bei annähernder Gleichheit in Unruhe und suche durchaus einen Unterschied zu finden.

Vp. He. zeigte mitunter das merkwürdige Verhalten, daß er bei völlig verschiedenen Reizdifferenzen das bei einer ersten Reizdifferenz gefällte Urteil, wenn ihm irgend eine zweite Reizdifferenz geboten wurde, nochmals abgab und erst bei nochmaliger Darbietung dieser Differenz das richtige Urteil fällte, ein Verhalten, das sich keineswegs auf Mangel an Aufmerksamkeit zurückführen ließ.

Was für Faktoren überhaupt das Urteil beeinflussen können, zeigt der Umstand, daß bei düsterem Wetter, während ein Gewitter am Himmel stand, eine Versuchsperson erklärte, sie könne infolge der Witterung nicht so sicher als sonst urteilen. Als das Gewitter nicht zum Ausbruch kam, sondern sich in der Versuchspause das Wetter aufhellte, fällte die Versuchsperson tatsächlich weniger falsche Urteile als vorher.

Kapitel II.

Versuche nach der Methode der Minimaländerungen.

Die Unterschiedsschwelle, auch die der K- und G-Urteile, die 1 : 8 bis 1 : 11 betrug, war im Vergleich zu den bisher gefundenen Werten so außerordentlich klein, daß noch einige Versuche nach der Methode der Minimaländerungen angestellt wurden. Da die früheren Versuche ergeben hatten, daß ein Unterschied von 1 cm wohl als untermerklich zu bezeichnen sein werde, wurde, wie sich zeigte mit gutem Erfolge, in Distanzen von 1 cm vorgegangen.

Setzt man:

$$a = r_o : r,\ b = r : r_u,\ \Delta r_o = r_o - r,\ \Delta r_u = r - r_u,$$
$$\Delta r = (\Delta r_o + \Delta r_u) : 2,$$

so ergeben die Resultate folgende Werte:

Tabelle XI.

	Vp. Bü. N v.					Vp. Deu. N v.				
r	40	45	50	55	60	40	45	50	55	60
r_o	45	50	56	62	67	45	49	59	60	65
r_u	37	39	45	48	54	36	40	45	49	52
a	1,12	1,11	1,12	1,13	1,12	1,12	1,09	1,18	1,09	1,08
b	1,08	1,15	1,11	1,15	1,11	1,11	1,12	1,11	1,12	1,15
$\Delta r_o : r$	1 : 8	1 : 9	1 : 8	1 : 8	1 : 9	1 : 8	1 : 11	1 : 5	1 : 11	1 : 12
$\Delta r_u : r$	1 : 13	1 : 8	1 : 10	1 : 8	1 : 10	1 : 10	1 : 9	1 : 9	1 : 9	1 : 8
$\Delta : r$	1 : 10	1 : 8	1 : 9	1 : 8	1 : 9	1 : 9	1 : 10	1 : 7	1 : 10	1 : 10

	Vp. Ba. N v.				
r	40	45	50	55	60
r_o	44	51	56	61	68
r_u	36	40	47	50	53
a	1,10	1,11	1,12	1,11	1,13
b	1,11	1,12	1,06	1,10	1,13
$\Delta r_o : r$	1 : 10	1 : 8	1 : 8	1 : 9	1 : 8
$\Delta r_u : r$	1 : 10	1 : 9	1 ; 17	1 : 11	1 : 9
$\Delta : r$	1 : 10	1 : 8	1 : 11	1 : 10	1 : 8

Diese Werte weichen allerdings beträchtlich ab von den auch bei Wundt [24, p. 515], abgedruckten, die Merkel [17, Bd. V p. 512] bei seinen Versuchen gefunden hat; denn dessen Werte schwanken von 1 : 13 bis 1 : 28 und ergeben als Mittel 1 : 19, 3; allerdings hat er

seine Versuche mit Mitteln ausgeführt, die sich später als unzulänglich erwiesen haben — er arbeitete mit Stahlkugeln, die leichter deformiert werden als Elfenbeinkugeln, und mit Eichenholzplatten, die in ihrer Struktur sehr verschieden sind und deshalb große Klangverschiedenheiten bedingen. — Die Werte von Lorenz [14, p. 473 f.] weichen nach der entgegengesetzten Seite ab; denn er erhielt 1 : 5 als geringsten Wert der Unterschiedsschwelle, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß er mit Bleikugeln gearbeitet hat. Jedenfalls kann man innerhalb weiter Grenzen eine Übereinstimmung mit obigen Schwellenwerten finden. Sehr gut stimmen aber unsere Werte, die im Durchschnitt 1 : 9 betragen, zu den kürzlich in Würzburg von Ament [1] mit Hilfe des Schallpendels gewonnenen Resultaten; es ergab sich bei ihm nämlich für die eine Versuchsperson 1 : 7, allerdings für die andere nur 1 : 4, eine Abweichung, für die er keine Erklärung gibt. Auch Külpe [10], der ihn gegen Lehmann in Kopenhagen verteidigt, gibt eine Erklärung dafür nicht. Jedenfalls sprechen die vorliegenden Versuche übereinstimmend für den kleineren Wert.

Um auch für den vierten Hauptfall mit dieser Methode die Unterschiedsschwelle zu bestimmen, wurden noch einige Versuche dieser Art mit zwei Versuchspersonen ausgeführt, welche dieselbe Unterschiedsschwelle ergaben wie im ersten Hauptfalle. Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle vereinigt.

Tabelle XII.

	Vp. Bü. Nf.					Vp. Deu. Nf.				
r	40	45	50	55	60	40	45	50	55	60
r_o	45	49	58	62	65	45	50	55	61	66
r_u	35	39	45	50	53	37	40	45	50	54
a	1,11	1,09	1,16	1,13	1,08	1,12	1,11	1,10	1,11	1,10
b	1,14	1,15	1,11	1,10	1,13	1,08	1,12	1,11	1,10	1,11
$\Delta r_o : r$	1 : 8	1 : 11	1 : 6	1 : 8	1 : 8	1 : 8	1 : 9	1 : 10	1 : 9	1 : 10
$\Delta r_u : r$	1 : 8	1 : 8	1 : 9	1 : 11	1 : 9	1 : 13	1 : 9	1 : 10	1 : 11	1 : 10
$\Delta : r$	1 : 8	1 : 9	1 : 7	1 : 9	1 : 8	1 : 10	1 : 9	1 : 10	1 : 10	1 : 10

An beiden Tabellen sieht man deutlich, daß die Unterschiedsschwelle für Vp. Deu. geringer ist als die für Vp. Bü, was mit dem Verhalten der beiden Versuchspersonen bei der Methode der mehrfachen Fälle vollständig übereinstimmt, sodaß also diese Differenz nicht auf vorübergehende psychische Stimmungen oder ähnliches zurückzuführen, sondern als individuelle Eigentümlichkeit zu betrachten ist.

Kapitel III.

Die Beziehung der Methode der mehrfachen Fälle zur Methode der Minimaländerungen.

Als, gewissermaßen zur Kontrolle, Versuche nach der Methode der Minimaländerungen begonnen wurden, war es mir durchaus nicht von vornherein klar, daß sich die durch verschiedene Versuchsmethoden gewonnenen Unterschiedsschwellen mit einander vergleichen lassen. Wohl aber glaubte ich annehmen zu dürfen, daß, falls die eine Methode einen auffallend kleinen Wert ergeben hat, der sich nicht auf anormale Verhältnisse zurückführen läßt, dann auch die andere Methode zu einem Werte führt, der kleiner ist als die bisher gefundenen. Es zeigte sich aber, daß wir beide Schwellen miteinander in Beziehung setzen können, indem wir mit Hilfe der nach der Methode der Minimaländerungen berechneten oberen und unteren Unterschiedsschwelle die Quotienten bilden: $\Delta r_o : r$, $\Delta r_u : r$, $\Delta r : r$. Dann ergeben die Versuche nach dieser Methode trotz ihrer geringen Anzahl merkwürdigerweise die Werte 1 : 8 bis 1 : 10, womit die früher erhaltenen Ergebnisse 1 : 7 und 1 : 5 immerhin nahezu übereinstimmen. Nun weichen diese Werte zwar von denen der Unterschiedsschwelle für die Gl-Urteile 1 : 11 bis 1 : 14 einigermaßen ab, stimmen aber ziemlich genau mit denen der G- und K-Urteile überein; denn diese liegen zwischen 1 : 8 bis 1 : 11. Wenn Merkel [17, Bd. V] 1 : 19,3 und 1 : 19,1 erhielt, so ist dies vielleicht daraus zu erklären, daß er besondern Wert darauf gelegt hat, daß der Unterschied der Reize deutlich ins Bewußtsein tritt; er müßte dann einen Wert erhalten, welcher dem der DG- und DK-Urteile nahe läge. Auch diese Vermutung bestätigt sich; denn unsere Unterschiedsschwelle für die DG- und DK-Urteile beträgt durchschnittlich 1 : 20.

Es liegt daher der Gedanke nahe, daß die Methode der Minimaländerungen zur sogenannten Methode der richtigen und falschen Fälle, von der ja die Methode der mehrfachen Fälle eine Erweiterung ist, in einem viel engeren Verhältnis steht, als man bisher angenommen hat. Am besten hat den Zusammenhang beider Methoden Lorenz [14, p. 469] erkannt, wenn er die Überlegung anstellt: »daß der nach

der Methode der Minimaländerungen gefundene Schwellenwert, als Reizunterschied *D* in der Methode der richtigen und falschen Fälle verwandt, $r : n = 1 : 2$ ergibt.« Bei Merkel, der zunächst zu dem Ergebnisse kommt: »die Schwellenwerte der Methode der Minimaländerungen und der Methode der richtigen und falschen Fälle sind wesentlich verschieden« [15, p. 289], klingt doch später der Gedanke durch, daß die Unterschiedsschwellen beider Methoden im Zusammenhange stehen, ja, er versucht sogar [16, p. 618 f.], mit Hilfe von komplizierten Formeln einen solchen Zusammenhang herzustellen, ein Gedanke, den dann Mosch [21] wieder aufgegriffen hat. Da aber beide Autoren, ebensowenig wie Ament [1] die Deutlichkeitsurteile verwenden, kommen sie nicht zu der Einsicht, die sich schon im obigen Gedanken von Lorenz ausspricht, daß die Schwellenwerte beider Methoden, ja innerhalb weiter Grenzen die Methoden selbst, im Grunde genommen identisch sind. Daß dies tatsächlich der Fall ist, zeigt außer der Übereinstimmung der betreffenden Werte auch die Überlegung, daß man bei häufiger Wiederholung der Methode der Minimaländerungen auf eine ganz gleiche Urteilstabelle kommt wie bei der Methode der drei bezw. der mehrfachen Fälle, nur daß bei der ersten Methode die Reizdifferenzen kleiner sind als bei der zweiten und daß auch das Aufsuchen der Unterschiedsschwelle im Grunde beidemal auf denselben Prinzipien beruht.

Wenn wir uns den Verlauf der Urteile graphisch darstellen, so ist bei beiden Methoden, wenn sie oft wiederholt werden, die Unterschiedsschwelle dann erreicht, wenn die G- und K-Urteile die Gl-Urteile überwiegen. Sucht man im vorliegenden Falle diese Punkte und subtrahiert die ihnen entsprechende Reizgröße *H* vom Normalreiz *N* bezw. umgekehrt, so ergibt der Quotient $(N-H) : N$ bezw. $(H-N) : N$ den Wert $1 : 10$, also ebenfalls annähernd den bereits zweimal gefundenen Wert.

Es bildet somit die Methode der mehrfachen Fälle die Brücke zwischen der Methode der drei Fälle und der Methode der Minimaländerungen:

Schluß.

Kurz zusammengefaßt sind die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit folgende:

Bei großer Anzahl der zur Verfügung stehenden Urteile führen die Methoden von G. F. Lipps und G. E. Müller beide zu analogen Ergebnissen, für stark schwankende Urteilszahlen ist dagegen die Lippssche zu empfehlen, da sie nicht so stark von der Anzahl der Urteile abhängt, wie die von Müller.

Das Gaußsche Gesetz ist nicht im vollen Umfange auf psychologische Verhältnisse anwendbar, deshalb darf zur Berechnung keine Methode angewandt werden, die das Gaußsche Gesetz voraussetzt.

Die Unterschiedsschwelle für Schallintensitäten wurde, teilweise wohl infolge der verbesserten Anordnung als bedeutend kleiner gefunden als bisher, sie betrug für die Gl-Urteile nur 1 : 11 bis 1 : 14, und für die überhaupt noch nicht untersuchten G- und K-Urteile 1 : 8 bis 1 : 11, DK- und DG-Urteile 1 : 20. Die Methode der Minimaländerungen ergab 1 : 8 bis 1 : 10.

Mit Hilfe dieser Schwellen ergab sich, daß die Methode der mehrfachen Fälle die Verbindung herstellt zwischen der Methode der richtigen und falschen Fälle und der Methode der Minimaländerungen.

Für die vierte Hauptlage ist die Unterschiedsschwelle kleiner als für die erste Hauptlage.

Die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes konnte am vorliegenden Material für alle Urteilsarten als wahrscheinlich nachgewiesen werden, obgleich eine direkte Bestimmung der Schwelle nach den Methoden von Lipps wie von Müller sich als unmöglich herausstellte.

Die Streuung der Urteile wächst nicht mit wachsendem Reize.

Die G- und K-Urteile scheiden sich von den Gl-Urteilen deutlicher als von den DG- und DK-Urteilen.

Die Deutlichkeit der Scheidung ist größer, wenn auf einen schwächeren Reiz ein stärkerer folgt, als umgekehrt.

Sichere Schlüsse über das Vorhandensein bestimmter Urteilstypen zu ziehen, verbietet der geringe Umfang des Materials; ist doch, abgesehen von Lippsens optischen Versuchen, meines Wissens die vorliegende Arbeit die erste, die ohne Zugrundelegung des Gaußschen

Fehlergesetzes, lediglich auf der Grundlage der Streuung und der Asymmetrie sich aufbaut. Nachdem aber die Unzulänglichkeit der anderen Methoden und die Durchführbarkeit der vorliegenden dargetan ist, gelingt es hoffentlich, die hier angedeuteten Aufgaben ihrer Lösung entgegen zu führen.

Zum Schlusse möchte ich mir noch gestatten, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Wundt, in dessen Laboratorium die Versuche ausgeführt wurden, sowie den Herren Geheimrat Prof. Dr. Bruns, Prof. Dr. Wirth und Dr. Lipps für das rege Interesse zu danken, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten, für die mannigfachen Anregungen, die ich von ihnen empfangen habe, und für die wertvollen Ratschläge, die ich ihnen bezüglich der Drucklegung verdanke.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

1) Ament, W., Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden bei Licht- und Schallintensitäten. Philos. Stud. Bd. 16.

2) Angell, Frank, Untersuchungen über die Schätzung von Schallintensitäten nach der Methode der mittleren Abstufungen. Philos. Stud. Bd. 7.

3) Bergemann, R., Reaktionen auf Schalleindrücke, nach der Methode der Häufigkeitskurven bearbeitet. Psychol. Stud. Bd. 1.

4) Bruns, H., Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaßlehre, Leipzig 1906.

5) Fechner, G. Th., Elemente der Psychophysik, Leipzig 1860, 2 Bde. (Die Zitate beziehen sich auf den 1. Bd.)

6) ——, Revision der Hauptpunkte der Psychophysik. Leipzig 1882.

7) ——, Kollektivmaßlehre. Herausgegeben von G. F. Lipps im Auftrage der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, 1897.

8) Gauß, C. F., Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae. Gesammelte Werke Bd. IV.

9) Kämpfe, B., Beiträge zur experimentellen Prüfung der richtigen und falschen Fälle. Philos. Stud. Bd. 8.

10) Külpe, O., Zur Frage nach der Beziehung der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden. Philos. Stud. Bd. 18.

11) Lipps, G. F., Die Theorie der Kollektivgegenstände, Philos. Stud. Bd. 17 (auch selbständig erschienen 1902).

12) ——, Die Maßmethoden der experimentellen Psychologie. Leipzig 1904 (s. auch Archiv für die ges. Psychologie Bd. IV).

13) ——, Die psychischen Maßmethoden. Braunschweig 1906.

14) Lorenz, G., Die Methode der richtigen und falschen Fälle in ihrer Anwendung auf Schallempfindungen. Philos. Stud. Bd. 2.
15) Merkel, J., Das psychophysische Grundgesetz in bezug auf Schallstärken. Philos. Stud. Bd. 4.
16) ——, Theoretische und experimentelle Begründung der Fehlermethoden. Philos. Stud. Bd. 7 u. 8.
17) ——, Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. Philos. Stud. Bd. 4, 5 u. 10.
18) Müller, G. E., Zur Grundlegung der Psychophysik. Berlin 1878.
19) ——, Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. Asher und Spiro, Ergebnisse der Physiologie. Jahrgang II_2 (auch selbständig erschienen Wiesbaden 1904).
20) Mosch, E., Zur Methode der richtigen und falschen Fälle im Gebiete der Schallempfindungen. Philos. Stud. Bd. 14.
21) ——, Über den Zusammenhang zwischen der Methode der Minimaländerungen und der Methode der richtigen und falschen Fälle. Philos. Stud. Bd. 20.
22) Nörr, C., Experimentelle Prüfung des Fechnerschen Gesetzes auf dem Gebiete der Schallstärke. Zeitschrift für Biologie Bd. 15.
23) Starke, P., Zum Maß der Schallstärke. Philos. Stud. Bd. 5.
24) Wundt, W., Grundzüge der physiologischen Psychologie. 5. Auflage, Bd. 1. Leipzig 1902.

Anhang.

Um eine bessere Übersicht über die ε-Werte zu ermöglichen, seien die Tabellen dieser Werte bis ε_4^4 mitgeteilt. Bezüglich der Bedeutung und Berechnung der einzelnen Größen muß auf die Arbeiten von G. F. Lipps [11, 12, 13] verwiesen werden. Die Einheit i beträgt in den vorliegenden Tabellen stets 3 cm.

Schließlich seien auch zur Kontrolle und eventuellen Verwendung bei späteren Arbeiten die Versuchstabellen mitgeteilt.

An Abkürzungen sind folgende zu erwähnen:

N-R Normalreiz, V-R Vergleichsreiz, N_v Normalreiz vorangehend, also Vergleichsreiz folgend, N_f Normalreiz folgend, Vergleichsreiz vorangehend; falls keine nähere Bezeichnung angegeben, ist stets nur der Fall N_v durchgeführt worden. $\ll$ bezeichnet das Urteil deutlich kleiner (abgekürzt DK), $<$ kleiner (K), $=$ gleich (Gl), $>$ größer (G), $\gg$ deutlich größer (DG).



Tabelle XIII.

Tabelle der ε-Werte für die Gl-Urteile.

			Bü N_v					Bü N_f		
N-R	m	b	ε_2^2	ε_3^3	ε_4^4	m	b	ε_2^2	ε_3^3	ε_4^4
40	91	41,42	1,81	—0,96	8,44	58	39,48	0,87	—0,18	2,73
45	76	44,72	1,40	—0,02	5,75	57	45,11	1,93	+1,52	9,28
50	103	49,13	2,21	+0,73	11,56	90	51,57	1,63	+0,23	5,88
55	83	55,29	2,26	—0,05	11,56	73	56,19	1,75	—0,10	7,95
60	91	60,43	2,43	—0,44	14,50	82	59,63	2,28	—0,46	11,82
			He N_v					He N_f		
40	33	41,27	0,79	+0,63	2,31	105	38,37	1,33	+0,93	5,60
45	118	44,44	2,12	+0,68	11,59	96	45,09	1,57	+0,07	6,18
50	114	49,63	2,65	+0,91	15,61	97	49,66	1,73	+0,23	7,16
55	23	52,81	1,93	+0,82	8,69	102	54,32	2,00	+0,78	10,62
60	28	60,64	1,74	+0,37	9,56	93	59,65	2,53	+1,30	14,05
			Sa N_v					Sa N_f		
40	92	40,49	0,72	+0,13	1,46	72	40,92	1,07	+0,54	3,39
45	87	45,69	0,91	+0,07	1,85	91	45,56	1,38	+0,53	5,61
50	66	50,23	1,71	+0,60	8,02	66	50,55	1,51	—0,56	5,47
55	66	53,98	2,21	—0,52	11,44	106	56,33	2,02	—0,69	11,09
60	99	58,73	1,96	—0,20	10,24	71	58,35	1,94	+0,61	9,45
			Deu N_v					Deu N_f		
40	33	40,09	0,76	—0,04	1,12	25	39,76	0,87	+0,13	2,81
45	9	43,67	1,14	+1,16	4,67	15	45,80	2,60	—0,23	11,40
50	63	50,95	1,65	+0,15	7,98	77	50,47	2,42	+0,04	13,44
55	30	51,70	1,09	+0,17	2,57	34	53,59	1,78	+0,56	6,64
60	52	56,70	1,09	+0,29	5,69	83	60,58	3,24	+0,05	21,60
			Ba					Se		
40	28	39,46	2,00	+0,69	10,28	46	39,93	1,54	—0,05	6,49
45	65	45,65	2,72	—0,35	16,53	56	44,52	3,03	+1,20	19,42
50	44	51,84	1,83	—1,35	10,51	44	50,14	2,68	—0,46	17,73
55	45	56,67	2,87	—2,26	19,34	52	54,31	3,25	+0,65	20,40
60	50	59,58	2,52	+1,16	14,89	42	59,47	3,31	+0,28	21,66
			We					Me		
40	61	39,75	0,80	+0,31	1,95	92	38,70	2,00	+0,60	9,83
45	82	45,22	1,46	—0,10	5,54	79	45,53	1,87	+0,24	8,36
50	43	49,86	1,21	—0,02	3,14	89	48,75	1,93	+1,39	10,20
55	54	54,72	2,38	+0,90	14,38	80	54,10	1,99	+0,24	10,13
60	67	59,51	2,02	—0,06	9,20	50	60,12	2,92	+0,41	18,67

Tabelle XIV.

Tabelle der ε-Werte für die

	G-Urteile					K-Urteile				
N-R	m	b	ε_2^2	ε_3^3	ε_4^4	m	b	ε_2^2	ε_3^3	ε_4^4
			Ba					Ba		
45	150	52,68	2,39	— 0,28	25,84	120	40,40	2,88	— 0,77	22,52
50	172	59,70	4,10	— 0,68	42,45	159	45,51	3,29	— 0,92	27,42
55	166	63,08	3,72	— 0,55	35,44	167	49,85	3,61	— 2,70	32,74
			Se					Se		
45	180	51,18	3,50	+ 0,28	29,96	146	38,16	2,90	+ 0,46	22,01
50	272	59,20	4,72	— 1,58	56,46	191	42,26	4,41	— 0,89	50,60
55	231	62,52	4,79	+ 0,48	49,73	158	47,29	4,25	— 0,19	48,16
			We					We		
45	139	52,40	2,67	— 1,17	19,49	158	37,31	3,02	— 1,59	24,29
50	130	54,32	2,52	— 0,10	22,14	162	42,54	2,87	+ 0,42	22,29
55	218	61,74	4,09	+ 0,60	37,83	198	45,42	3,00	+ 0,48	24,38
			Me					Me		
45	186	52,98	2,73	— 1,46	19,88	163	36,96	4,40	— 0,39	46,33
50	226	59,86	3,61	+ 7,33	23,51	176	40,61	2,48	+ 1,12	18,10
55	228	61,87	4,07	+ 0,13	43,37	171	45,68	2,66	+ 1,22	22,66

Versuchstabellen.

	Bü N_v N-R = 40					Bü N_f N-R = 40				
V-R	$\ll$	$<$	$=$	$>$	$\gg$	$\ll$	$<$	$=$	$>$	$\gg$
28	32	18	—	—	—	37	13	—	—	—
31	19	31	—	—	—	25	25	—	—	—
34	1	40	9	—	—	6	40	4	—	—
37	—	40	9	1	—	—	28	17	5	—
40	—	16	30	4	—	—	5	23	21	1
43	—	4	24	19	3	—	1	13	32	4
46	—	—	11	29	10	—	—	—	33	17
49	—	—	8	26	16	—	—	1	12	37
52	—	—	—	25	25	—	—	—	13	37

	Bü N_v N-R = 45					Bü N_f N-R = 45				
33	38	12	—	—	—	30	20	—	—	—
36	13	35	2	—	—	13	37	—	—	—
39	1	44	5	—	—	2	42	6	—	—
42	2	20	22	6	—	2	24	18	6	—
45	—	13	23	14	—	—	12	15	22	1
48	—	4	18	26	2	—	3	8	34	5
51	—	1	5	27	17	—	2	6	31	11
54	—	—	1	26	23	—	—	4	20	26
57	—	—	—	13	37	—	—	—	19	31

	Bü N_v N-R = 50					Bü N_f N-R = 50				
V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
38	26	24	—	—	—	34	16	—	—	—
41	4	41	5	—	—	16	34	—	—	—
44	—	30	20	—	—	7	38	3	2	—
47	—	18	23	9	—	3	24	20	9	—
50	—	8	23	19	—	—	18	21	11	—
53	—	1	20	29	—	—	9	25	16	—
56	—	—	8	34	8	—	1	15	29	5
59	—	—	4	32	14	—	—	6	31	13
62	—	—	—	12	38	—	—	—	30	20

	Bü N_v N-R = 55					Bü N_f N-R = 55				
43	29	21	—	—	—	19	31	—	—	—
46	12	35	3	—	—	17	32	1	—	—
49	1	34	10	1	—	5	41	4	—	—
52	—	24	17	9	—	—	31	13	6	—
55	—	16	20	14	—	—	15	22	12	1
58	—	5	16	29	—	—	9	17	22	2
61	—	1	13	29	7	—	3	12	29	6
64	—	—	4	31	15	—	—	4	25	21
67	—	—	—	24	26	—	—	—	21	29

	Bü N_v N-R = 60					Bü N_f N-R = 60				
48	21	29	—	—	—	26	24	—	—	—
51	5	39	6	—	—	8	36	6	—	—
54	7	37	6	—	—	8	30	10	2	—
57	—	16	21	13	—	1	22	17	10	—
60	—	11	17	22	—	—	13	18	18	1
63	—	—	25	22	3	—	12	19	17	2
66	—	—	9	34	7	—	1	10	33	6
69	—	—	7	25	18	—	—	2	28	20
72	—	—	—	22	28	—	—	—	25	25

	He N_v N-R = 40					He N_f N-R = 40				
28	33	17	—	—	—	10	40	—	—	—
31	26	24	—	—	—	5	43	2	—	—
34	7	43	—	—	—	—	30	20	—	—
37	—	47	3	—	—	—	14	34	2	—
40	—	26	18	6	—	—	2	32	16	—
43	—	7	8	35	—	—	—	13	36	1
46	—	2	3	41	4	—	—	2	42	6
49	—	—	1	32	17	—	—	2	36	12
52	—	—	—	37	13	—	—	—	29	21

V-R	He N_v N-R = 45					He N_f N-R = 45				
	⩽	<	=	>	⩾	⩽	<	=	>	⩾
33	25	25	—	—	—	14	36	—	—	—
36	9	35	6	—	—	11	38	1	—	—
39	4	32	14	—	—	2	38	10	—	—
42	—	15	33	2	—	1	25	23	1	—
45	—	6	30	14	—	1	7	26	15	1
48	—	3	18	27	2	—	2	25	23	—
51	—	1	12	36	1	—	—	9	35	6
54	—	—	5	36	9	—	—	2	32	16
57	—	—	—	35	15	—	—	—	39	11

V-R	He N_v N-R = 50					He N_f N-R = 50				
38	20	30	—	—	—	15	35	—	—	—
41	11	33	6	—	—	4	44	2	—	—
44	2	27	21	—	—	1	34	13	2	—
47	2	19	23	6	—	—	22	23	5	—
50	—	12	23	13	2	—	9	30	11	—
53	—	1	22	24	3	—	4	15	31	—
56	—	—	10	33	7	—	2	13	35	—
59	—	—	9	35	6	—	—	1	43	6
62	—	—	—	36	14	—	—	—	28	22

V-R	He N^v N-R = 55					He N_f N-R = 55				
43	11	39	—	—	—	10	40	—	—	—
46	2	46	2	—	—	1	45	4	—	—
49	1	40	6	3	—	—	34	15	1	—
52	2	37	5	6	—	—	18	26	6	—
55	—	31	6	13	—	—	5	29	14	2
58	—	11	2	33	4	—	2	15	33	—
61	—	3	2	33	12	—	1	9	37	3
64	—	—	—	43	7	—	—	4	38	8
67	—	—	—	28	22	—	—	—	38	12

V-R	He N_v N-R = 60					He N_f N-R = 60				
48	20	30	—	—	—	5	45	—	—	—
51	9	40	1	—	—	3	44	3	—	—
54	3	46	—	1	—	—	26	18	6	—
57	—	23	8	19	—	1	17	20	12	—
60	—	12	8	29	1	—	4	24	22	—
63	—	6	7	34	3	—	6	8	34	2
66	—	2	2	42	4	—	—	14	29	7
69	—	—	2	26	22	—	—	6	32	12
72	—	—	—	29	21	—	—	—	34	16

	Sa N_v N-R = 40					Sa N_f N-R = 40				
V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
28	49	1	—	—	—	45	5	—	—	—
31	39	11	—	—	—	41	9	—	—	—
34	18	31	1	—	—	21	28	1	—	—
37	5	27	18	—	—	8	27	14	1	—
40	2	4	44	—	—	—	5	31	14	—
43	—	2	23	24	1	—	9	16	22	3
46	—	—	6	33	11	—	—	8	28	14
49	—	—	—	20	30	—	—	2	20	28
52	—	—	—	5	45	—	—	—	12	38

	Sa N_v N-R = 45					Sa N_f N-R = 45				
33	50	—	—	—	—	45	5	—	—	—
36	36	14	—	—	—	35	15	—	—	—
39	20	29	1	—	—	11	33	6	—	—
42	2	25	21	2	—	5	26	19	—	—
45	—	15	30	5	—	—	9	33	8	—
48	—	3	27	17	3	—	3	22	24	1
51	—	—	8	32	10	—	—	7	36	7
54	—	—	—	25	25	—	—	4	18	28
57	—	—	—	19	31	—	—	—	24	26

	Sa N_v N-R = 50					Sa N_f N-R = 50				
38	29	21	—	—	—	39	11	—	—	—
41	18	31	1	—	—	22	27	1	—	—
44	4	40	5	1	—	7	38	5	—	—
47	—	24	17	9	—	—	32	14	4	—
50	—	10	21	17	—	—	17	17	16	—
53	—	3	12	33	2	—	7	19	24	—
56	—	—	7	36	7	—	—	10	37	3
59	—	—	3	30	17	—	—	—	42	8
62	—	—	—	16	34	—	—	—	23	27

	Sa N_v N-R = 55					Sa N_f N-R = 55				
43	28	22	—	—	—	41	9	—	—	—
46	20	18	12	—	—	23	24	3	—	—
49	8	26	14	2	—	8	33	7	2	—
52	1	26	21	2	—	4	25	15	6	—
55	—	5	30	15	—	3	10	28	9	—
58	—	3	25	13	9	—	—	29	21	—
61	—	1	8	30	11	—	—	16	22	12
64	—	—	2	16	32	—	—	8	23	19
67	—	—	—	5	45	—	—	—	21	29

Sa N_v N-R = 60 | Sa N_f N-R = 60

V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
48	28	22	—	—	—	24	26	—	—	—
51	11	34	5	—	—	9	32	9	—	—
54	—	35	15	—	—	9	21	15	5	—
57	1	25	16	8	—	—	22	20	8	—
60	—	6	20	24	—	—	7	32	11	—
63	—	—	9	31	10	—	7	12	21	10
66	—	—	5	19	26	—	4	10	19	17
69	—	—	1	13	36	—	—	1	20	29
72	—	—	—	8	42	—	—	—	25	25

Deu N_v N-R = 40 | Deu N_f N-R = 40

V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
28	50	—	—	—	—	44	6	—	—	—
31	37	13	—	—	—	36	14	—	—	—
34	28	22	—	—	—	23	24	2	1	—
37	6	30	11	3	—	2	32	4	12	—
40	2	16	11	21	—	—	8	15	26	1
43	—	4	10	34	2	—	4	2	30	14
46	—	3	1	41	5	—	—	2	22	26
49	—	—	—	25	25	—	—	—	20	30
52	—	—	—	14	36	—	—	—	9	41

Deu N_v N-R = 45 | Deu N_f N-R = 45

V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
33	41	9	—	—	—	45	5	—	—	—
36	18	30	—	—	—	28	22	—	—	—
39	4	44	1	1	—	8	39	3	—	—
42	2	30	4	14	—	8	31	3	8	—
45	—	7	3	39	1	1	25	1	20	3
48	—	2	—	43	5	—	6	4	33	7
51	—	—	1	33	16	—	—	3	39	8
54	—	—	—	19	31	—	—	1	28	21
57	—	—	—	10	40	—	—	—	22	28

Deu N_v N-R = 50 | Deu N_f N-R = 50

V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
38	19	31	—	—	—	30	20	—	—	—
41	16	33	1	—	—	11	36	3	—	—
44	5	40	3	2	—	12	28	9	1	—
47	—	25	12	13	—	4	21	15	10	—
50	—	12	20	18	—	—	11	18	21	—
53	—	12	17	21	—	—	5	16	25	4
56	—	2	6	39	3	—	—	10	28	12
59	—	—	4	42	4	—	—	6	33	11
62	—	—	—	37	13	—	—	—	22	28

V-R	Deu N_v N-R = 55 ≪	<	=	>	≫	Deu N_f N-R = 55 ≪	<	=	>	≫
43	24	26	—	—	—	27	23	—	—	—
46	10	37	3	—	—	14	36	—	—	—
49	8	30	8	4	—	8	40	1	1	—
52	1	21	9	19	—	6	25	8	11	—
55	—	3	9	37	1	1	13	9	26	1
58	—	8	1	27	14	—	10	7	29	4
61	—	2	—	32	16	—	4	6	36	4
64	—	—	—	13	37	—	—	3	26	21
67	—	—	—	5	45	—	—	—	25	25

V-R	Deu N_v N-R = 60 ≪	<	=	>	≫	Deu N_f N-R = 60 ≪	<	=	>	≫
48	10	40	—	—	—	32	18	—	—	—
51	2	36	9	3	—	21	23	6	—	—
54	—	26	13	11	—	9	30	11	—	—
57	—	20	12	18	—	2	31	13	4	—
60	—	7	10	31	2	2	18	17	13	—
63	—	3	8	27	12	—	10	16	23	1
66	—	—	—	27	23	—	2	7	28	13
69	—	—	—	19	31	—	—	13	26	11
72	—	—	—	19	31	—	—	—	34	16

V-R	Ba N-R = 40 ≪	<	=	>	≫	Se N-R = 40 ≪	<	=	>	≫
28	42	8	—	—	—	21	29	—	—	—
31	26	23	1	—	—	6	43	1	—	—
34	8	38	4	—	—	2	41	4	3	—
37	7	33	7	3	—	1	23	12	14	—
40	1	24	8	17	—	—	14	12	23	1
43	—	16	4	29	1	—	11	13	26	—
46	—	7	3	36	4	—	3	3	37	7
49	—	—	1	25	24	—	—	1	40	9
52	—	—	—	29	21	—	—	—	28	22

V-R	Ba N-R = 45 ≪	<	=	>	≫	Se N-R = 45 ≪	<	=	>	≫
24	50	—	—	—	—	50	—	—	—	—
27	49	1	—	—	—	47	3	—	—	—
30	45	5	—	—	—	38	12	—	—	—
33	40	10	—	—	—	29	21	—	—	—
36	30	16	4	—	—	15	30	5	—	—
39	15	27	6	2	—	4	32	8	6	—
42	6	29	12	3	—	1	27	14	8	—
45	—	18	16	15	1	—	13	10	26	1
48	—	10	10	27	3	—	6	7	30	7
51	—	4	11	29	6	—	2	7	35	6
54	—	—	6	27	17	—	—	5	32	13
57	—	—	—	25	25	—	—	—	25	25
60	—	—	—	17	33	—	—	—	13	37
63	—	—	—	5	45	—	—	—	5	45
66	—	—	—	—	50	—	—	—	—	50

V-R	Ba N-R = 50 ≪	<	=	>	≫	Se N-R = 50 ≪	<	=	>	≫
26	50	—	—	—	—	49	1	—	—	—
29	50	—	—	—	—	44	6	—	—	—
32	48	2	—	—	—	39	11	—	—	—
35	43	7	—	—	—	34	16	—	—	—
38	37	13	—	—	—	21	29	—	—	—
41	21	28	1	—	—	12	34	4	—	—
44	21	26	3	—	—	6	34	4	6	—
47	9	32	4	5	—	5	29	7	9	—
50	—	30	9	11	—	1	17	11	21	—
53	—	13	17	19	1	—	10	10	30	—
56	—	8	7	28	7	—	4	5	40	1
59	—	—	3	32	15	—	—	3	45	2
62	—	—	—	33	17	—	—	—	48	2
65	—	—	—	20	30	—	—	—	36	24
68	—	—	—	12	38	—	—	—	24	36
71	—	—	—	10	40	—	—	—	10	40
74	—	—	—	2	48	—	—	—	3	47

V-R	Ba N-R = 55 ≪	<	=	>	≫	Se N-R = 55 ≪	<	=	>	≫
31	50	—	—	—	—	50	—	—	—	—
34	49	1	—	—	—	45	5	—	—	—
37	46	4	—	—	—	39	11	—	—	—
40	40	10	—	—	—	41	9	—	—	—
43	33	17	—	—	—	25	25	—	—	—
46	24	23	3	—	—	13	31	6	—	—
49	18	28	3	1	—	6	31	10	3	—
52	5	32	6	7	—	2	21	8	19	—
55	2	35	8	5	—	1	13	8	28	—
58	—	14	9	26	1	—	8	10	30	2
61	—	3	11	29	7	—	4	6	35	5
64	—	—	5	30	15	—	—	4	35	11
67	—	—	—	30	20	—	—	—	34	16
70	—	—	—	21	29	—	—	—	26	24
73	—	—	—	12	38	—	—	—	14	36
76	—	—	—	5	45	—	—	—	7	43
79	—	—	—	—	50	—	—	—	—	50

V-R	Ba N-R = 60 ≪	<	=	>	≫	Se N-R = 60 ≪	<	=	>	≫
48	26	24	—	—	—	2	48	—	—	—
51	8	40	2	—	—	—	43	5	2	—
54	6	30	10	4	—	1	29	7	13	—
57	1	24	9	16	—	—	16	6	28	—
60	—	8	13	27	2	—	8	7	35	—
63	—	11	8	31	—	—	3	9	38	—
66	—	4	4	28	14	—	5	4	41	—
69	—	—	4	34	12	—	—	4	46	—
72	—	—	—	25	25	—	—	—	48	2

	We N-R = 40					Me N-R = 40				
V-R	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
28	18	32	—	—	—	17	33	—	—	—
31	8	42	—	—	—	10	35	5	—	—
34	1	48	1	—	—	1	29	17	3	—
37	1	23	21	5	—	1	22	20	7	—
40	—	7	24	19	—	—	7	30	13	—
43	—	—	12	37	1	—	3	14	33	—
46	—	1	3	42	4	—	2	3	42	3
49	—	—	—	38	12	—	—	3	45	2
52	—	—	—	15	35	—	—	—	41	9

	We N-R = 45					Me N-R = 45				
24	48	2	—	—	—	45	5	—	—	—
27	42	8	—	—	—	38	12	—	—	—
30	36	14	—	—	—	31	19	—	—	—
33	31	19	—	—	—	28	22	—	—	—
36	17	32	1	—	—	25	24	1	—	—
39	2	39	7	2	—	10	31	7	2	—
42	1	27	18	4	—	2	25	20	3	—
45	—	13	26	10	1	—	17	17	16	—
48	—	4	20	20	6	—	4	21	24	1
51	—	—	9	32	9	—	4	9	36	1
54	—	—	1	34	15	—	—	4	42	4
57	—	—	—	23	27	—	—	—	39	11
60	—	—	—	11	39	—	—	—	20	30
63	—	—	—	3	47	—	—	—	4	46
66	—	—	—	—	50	—	—	—	—	50

	We N-R = 50					Me N-R = 50				
26	50	—	—	—	—	50	—	—	—	—
29	50	—	—	—	—	48	2	—	—	—
32	44	6	—	—	—	44	6	—	—	—
35	35	15	—	—	—	25	25	—	—	—
38	29	21	—	—	—	7	43	—	—	—
41	9	40	—	1	—	3	44	3	—	—
44	8	36	4	2	—	1	30	16	3	—
47	2	25	12	11	—	—	15	31	4	—
50	—	11	12	24	3	—	8	16	26	—
53	—	7	12	29	2	—	3	14	30	3
56	—	1	3	29	17	—	—	6	39	5
59	—	—	—	21	29	—	—	3	41	6
62	—	—	—	10	40	—	—	—	41	9
65	—	—	—	3	47	—	—	—	26	24
68	—	—	—	—	50	—	—	—	14	36
71	—	—	—	—	50	—	—	—	2	48
74	—	—	—	—	50	—	—	—	—	50

V-R	We N-R = 55					Me N-R = 55				
	≪	<	=	>	≫	≪	<	=	>	≫
31	50	—	—	—	—	50	—	—	—	—
34	45	5	—	—	—	48	2	—	—	—
37	37	13	—	—	—	41	9	—	—	—
40	23	27	—	—	—	29	21	—	—	—
43	8	42	—	—	—	12	38	—	—	—
46	5	42	3	—	—	1	44	5	—	—
49	3	38	6	3	—	—	33	11	6	—
52	—	18	14	18	—	—	13	20	17	—
55	—	9	14	27	—	—	7	21	22	—
58	—	4	8	35	3	—	3	15	32	—
61	—	—	5	35	10	—	1	6	43	—
64	—	—	4	38	8	—	—	2	47	1
67	—	—	—	29	21	—	—	—	31	19
70	—	—	—	21	29	—	—	—	17	33
73	—	—	—	10	40	—	—	—	8	42
76	—	—	—	2	48	—	—	—	5	45
79	—	—	—	—	50	—	—	—	—	50

	We N-R = 60					Me N-R = 60				
48	5	45	—	—	—	5	45	—	—	—
51	4	43	3	—	—	3	43	4	—	—
54	3	35	10	2	—	2	38	5	5	—
57	—	24	15	11	—	—	24	11	15	—
60	—	9	16	22	3	—	5	12	33	—
63	—	7	14	22	7	—	4	6	38	2
66	—	1	8	29	12	—	2	7	41	—
69	—	—	1	28	21	—	—	5	43	2
72	—	—	—	14	36	—	—	—	50	—

Der Anstieg der reinen Farbenerregung im Sehorgan.

Von

Bernhard Berliner.

Mit 14 Figuren im Text.

A. Das Problem und Allgemeines über die Methode.

Wenn das Auge von einem Lichtreize getroffen wird, der die bestehende Reizlage verändert, so bedarf es bekanntlich einiger Zeit, damit die neue Erregung zu ihrem definitiven Empfindungswerte gelangt. Wir sprechen speziell von einem Erregungsanstiege, wenn die Veränderung der Reizlage eine Steigerung der Sinnesfunktion in irgend einem Sinne bedeutet. Ein solcher Anstieg kann in sämtlichen Richtungen des dreidimensionalen Systems der Lichtempfindungen[1]) stattfinden. Eine farblose Erregung durchläuft nur Abstufungen der Helligkeit, eine farbige dagegen erleidet, wie man von vornherein vermuten darf, und wie diese und andere Untersuchungen bestätigen, neben Veränderungen der Helligkeit immer solche der Sättigung und unter Umständen auch des Farbentones. Eine Farbe kann aber auch in ihrer Sättigung ansteigen, ohne daß ihre Helligkeit sich ändert, und endlich kann eine Farbe in eine andere, nicht komplementäre Farbe von gleicher Helligkeit übergehen. Der Übergang zwischen zwei komplementären Farbentönen gehört seinem Wesen nach, wie wir sehen werden, zu dem Sättigungsanstieg, da die Komplementärfarbe gewissermaßen eine negative Sättigungsstufe darstellt. Die Veränderungen der Sättigung und des Farbentones bezeichnen wir als solche der Qualität (im engeren Sinne) und stellen sie denjenigen der Intensität gegenüber.

---

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psychologie [5] II, S. 160 ff.



Sämtliche Untersuchungen, die bisher von A. Fick[1]), Exner[2]), Kunkel[3]), Martius[4]), Dürr[5]), Mc Dougall[6]), Hess[7]), Charpentier[8]) und Büchner[9]) über den Erregungsanstieg im Sehorgan angestellt worden sind, beschäftigen sich fast ausschließlich mit der Frage des Helligkeitsanstieges und machen Angaben über qualitative Empfindungsänderungen während des Anstieges nur, wo sie unmittelbar an die intensiven gebunden sind. Außerdem wird in der Mehrzahl dieser Arbeiten das Hauptgewicht auf die Feststellung der Maximalzeit gelegt, d. i. derjenigen Zeit, welche der Reiz auf die Netzhaut einwirken muß, um das Maximum der Empfindung hervorzurufen. Neuerdings hat Büchner den ganzen Anstiegsverlauf für die reine Helligkeitserregung bei ruhendem Bilde untersucht und in Kurvenform dargestellt. Dabei ergab sich im Gegensatz zu der alten Exnerschen Kurve, daß der Anstieg einen ausgesprochen oszillatorischen Verlauf hat. Zu einem ähnlichen Resultate hatten bereits die Arbeiten von Charpentier, Hess und Mc Dougall geführt, die hauptsächlich bewegte Reizlichter verwandten.

Der Zweck vorliegender Untersuchung ist nun, den Erregungsanstieg nach seinen rein qualitativen Richtungen bei konstanter Helligkeit zu verfolgen. Von den beiden Formen des qualitativen Anstieges kommt in erster Linie der Sättigungsanstieg in Betracht, weil er die einfacheren Bedingungen darbietet. Die

---

1) Über den zeitlichen Verlauf der Erregungen in der Netzhaut, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863.

2) Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit, Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1868.

3) Über die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Zeit, Pflügers Arch., Bd. 9, 1874.

4) Über die Dauer der Lichtempfindungen, Beiträge z. Psychol. u. Philos. I, 3, 1902.

5) Über das Ansteigen der Netzhauterregungen, Philos. Stud. Bd. 18, 1903.

6) The variation of the intensity of visual sensation with the duration of the stimulus. — The sensation excited by a single momentary stimulation of the eye, British Journal of Psychology 1904.

7) Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Sehorgan, Pflügers Arch. Bd. 101, 1904.

8) Archives de physiol. normale et path., 1892, 1896. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1896.

9) Über das Ansteigen der Helligkeitserregung, Psychol. Stud. Bd. II, 1906.

zweite Form, der Anstieg einer Farbe von einem andern, nicht komplementären Farbentone aus, ist dadurch besonders kompliziert, daß, wenn die eine Farbe ansteigt, die andere »abklingt«, während, wie wir annehmen, eine dem farbigen Reize vorangehende farblose Erregung neben der farbigen fortdauert. Dieser Fall ist nur unter sehr großen Schwierigkeiten zu untersuchen. Da sich außerdem die hierzu notwendigen theoretischen Gesichtspunkte aus den Verhältnissen des Sättigungsanstieges ergeben, so werden wir auf dieses Problem nur kurz eingehen.

Um den qualitativen Anstieg in seiner einfacheren Form oder — wie wir ihn auch nennen können — den Anstieg der reinen Farbenerregung in seinem ganzen Verlaufe zu verfolgen, wählen wir eine analoge Methode, wie sie Büchner für den reinen Helligkeitsanstieg und wie sie auch Kafka für das Ansteigen der Tonerregung[1]) benutzt hat. Wenn ein farbiger Reiz von bestimmter kurzer Dauer, welche die Erreichung des maximalen Empfindungswertes noch nicht gestattet, dem auf die gleiche Helligkeit adaptierten Auge dargeboten wird, so wird er weniger gesättigt erscheinen als bei einer entsprechend längeren Zeit, und zwar wird er ebenso gesättigt erscheinen, wie dieselbe Farbe bei längerer Darbietungszeit unter Beimischung einer gewissen Menge des gleich hellen farblosen Lichtes. Wenn demnach zwei Reize gegeben sind, von denen der eine in der objektiven Sättigung konstant und in der Zeit variabel, der andere in der Zeit konstant und in der Sättigung variabel ist, so läßt sich die subjektive Sättigung, in der der erste Reiz nach irgend einer Zeit erscheint, ebenfalls an dem andern, in der Zeit konstanten Reiz durch Variation der objektiven Sättigung herstellen. Wir wollen den in der Zeit konstanten und in der Sättigung variablen Reiz, weil er als Maßstab für die Untersuchungen dient, den »Normalreiz«, den andern in der Sättigung konstanten und in der Zeit variablen Reiz den »Versuchsreiz« nennen. Die Variation der Sättigung läßt sich am leichtesten durch Beimischung des gleich hellen Grau auf dem Farbenkreisel oder durch Episkotister bewirken. Da ein allgemeingültiges Maß für Farbensättigungen nicht zur Verfügung steht, so können wir über die absolute Sättigung der zur Verwendung kom-

[1]) Psychol. Studien Bd. II, 1906.

menden Pigmente und transparenten Lichter keine Angaben machen. Es können daher nur diese Farben selbst der Messung zugrunde gelegt werden. Dann ist jede auf dem Normalreiz herzustellende Sättigung eindeutig bestimmt durch die Breite der farbigen Sektoren auf der aus Grau und der betreffenden Farbe zusammengesetzten Kreiselscheibe, bzw. durch die Sektorenöffnung, welche in einem grauen Episkotister dem farbigen Lichte den Durchtritt gestattet. Wenn wir im folgenden von einem Grün von 300°, einem Rot von 200° usw. sprechen werden, so ist damit eine Mischung gemeint, die 300° des gerade zur Verwendung kommenden Grün und 60° Grau enthält, bzw. 200° Rot und 160° Grau usw. Auf diese Weise ergibt sich z. B., daß bei Verwendung eines grünen Pigmentes bei einer bestimmten mittleren Helligkeit ein Versuchsreiz von 300° nach ca. 64 σ (1 σ = 0,001 Sekunde) gleich erscheint einem ca. 270 σ langen Normalreiz von 150° und nach 100 σ einem Normalreiz von 210° usf. So läßt sich für jede Zeit des Versuchsreizes eine Gleichung finden, und indem man die Zeiten auf einer Abszissenachse, die Sättigungen des Normalreizes auf einer Ordinatenachse aufträgt, läßt sich die Abhängigkeit der Sättigung von der Reizdauer in Kurvenform darstellen.

Diese Kurve ist noch kein Bild des wirklichen Erregungsanstieges, sondern sie gestattet erst einige Schlüsse auf die Haupteigenschaften desselben. Denn erstens sind die beobachteten Empfindungswerte psychologische Totaleffekte, in die noch mehr Faktoren eingehen, als die in einem Momente vorhandenen elementaren Empfindungen, und die dadurch in einer vor der Hand nicht zu übersehenden Weise modifiziert sein können. Vor allem kommt in Betracht, daß die Empfindung die Reizung um eine nicht unwesentliche Zeit überdauert. Deshalb muß dahin gestellt bleiben, ob bei einer längeren Reizung der resultierende Empfindungswert in der Weise erreicht wird, daß die Erregung die sämtlichen für die kürzeren Reize gefundenen Werte an den zugehörigen Zeitpunkten der Reihe nach durchläuft. Zweitens setzen wir in der Kurve die beobachteten Empfindungsgrößen den objektiven Maßen des Normalreizes proportional. Wahrscheinlich findet aber eine solche Proportionalität in Wirklichkeit nicht statt. Die Kurven stellen also weiter nichts dar, als ein System von Empfindungsgleichungen, über deren Beziehungen zueinander wir nichts

sicheres wissen. Wie weit man daraus auf den Erregungsanstieg selbst zurückschließen darf, werden wir später sehen[1]).

Damit man die Kurve in ihrem ganzen Verlaufe bis zum Maximum und über dasselbe hinaus verfolgen kann, muß es möglich sein, dem Normalreiz eine größere objektive Sättigung zu erteilen, als dem Versuchsreiz. Wenn die Dauer des Normalreizes genau der Maximalzeit entspräche, so würde der Versuchsreiz in dieser Zeit gerade die Sättigung von 360° des Normalreizes erreichen. Sobald aber die Zeit des Normalreizes nicht mit der Maximalzeit zusammenfällt, wird der Versuchsreiz in der Gegend des Maximums die höchste auf dem Normalreize herzustellende Sättigung noch übertreffen, der Maßstab würde also nicht ausreichen. Da es jedoch als aussichtslos zu betrachten war, die Maximalzeit etwa nach einer andern Methode vorher zu bestimmen, um sie zur Dauer des Normalreizes zu wählen, da es außerdem wünschenswert erschien, verschiedene Kurven, deren Maxima vermutlich nicht an demselben Punkte liegen würden, mit demselben Normalreize aufzunehmen, und es ferner zu einer genauen Feststellung der Gleichung erforderlich ist, daß man mit der Methode der Minimaländerungen über die Gleichheit hinausgehen kann, so wurde bei den Versuchen mit dem Farbenkreisel dem Versuchsreiz eine gewisse Menge des gleich hellen Grau beigemischt und auf diese Weise zunächst die Kurve für ein Grün von 300°, ein Grün von 200° usw. ermittelt.

B. Der Anstieg der Farbensättigung.

I. Versuche mit Pigmenten.

a. Helligkeitsbestimmung der Pigmente.

Die Mehrzahl der vorliegenden Untersuchungen wurde mit farbigen Papieren angestellt, die der von Hering angegebenen Kollektion entnommen waren[2]). Zur Verwendung gelangten Grün, Rot, Blau und Gelb. Zu jedem dieser Pigmente mußte das gleich helle Grau bestimmt werden, das durch Mischung von Schwarz und Weiß, ebenfalls der genannten Kollektion entstammend, herzustellen war. Die

[1]) Einige weitere Ausführungen zur Methode finden sich bei Büchner, S. 2 ff.

[2]) Die Kollektion ist durch Herrn R. Rothe im Leipziger Physiologischen Institute zu beziehen.



Versuche wurden im Dunkelzimmer beim Lichte einer offenen Nernstlampe (1 Amp. 95 Volt, sog. Intensivbrenner) ausgeführt. Die Lampe war an einer Schnur aufgehängt, die an der Zimmerdecke über eine Rolle lief. Durch hohe oder niedrige Stellung der Lampe konnte die Stärke der Beleuchtung variiert werden. Der Brenner wurde häufig erneuert. Zur Bestimmung der zu jeder Farbe passenden Graumischung diente der Marbe-Apparat[1]), der mittels einer Zügelvorrichtung von dem Beobachter selbst eingestellt wurde. Der Apparat war mit einer Schwarz-Weiß-Scheibe armiert, auf welche außerdem eine kleinere Scheibe des zu bestimmenden Pigmentes gesetzt wurde, die von der Einstellung nicht betroffen wurde. Bei der Beobachtung wurde die Scheibe nicht fixiert, um störende Einflüsse des Nachbildes zu vermeiden. Zunächst wurden von Herrn Prof. Wirth und einem andern Beobachter einige Einstellungen gemacht. Die Lampe hing dabei in einer mittleren Höhe, die für alle vier Farben unverändert blieb. Es ergaben sich im Mittel folgende Werte:

Grün:	100	Weiß,	260	Schwarz,
Rot:	130	»	230	»
Blau:	36	»	324	»
Gelb:	320	»	40	»

Wenn man bei diesen Werten, die nur eine vorläufig orientierende Bedeutung haben sollten, die Helligkeit des Schwarz vernachlässigt, so verhalten sich die absoluten Helligkeiten der Pigmente wie die für Weiß gefundenen Zahlen. Daraus läßt sich berechnen, wie weit die Lampe von der Kreiselscheibe entfernt sein muß, damit alle Farben ungefähr die gleiche absolute Helligkeit haben, die zur Vergleichung der Resultate verschiedener Farben wünschenswert ist. Die geringste Entfernung, welche die Versuchsanordnung mit dem Marbe-Apparat gestattete, betrug 56 cm. Sie wurde für die dunkelste Farbe, Blau, gewählt. Dann läßt sich die für Grün zu wählende Entfernung x aus der Gleichung berechnen:

$$x^2 : 56^2 = 100 : 36,$$

denn um die Pigmente auf dieselbe Helligkeit zu bringen, müssen sich die Beleuchtungsstärken umgekehrt verhalten wie die Eigen-

[1]) Die Beschreibung dieses Apparates siehe Wundt, Phys. Psych. [5] I, S. 524.

helligkeiten der Pigmente, und die Beleuchtungsstärken verhalten sich wieder umgekehrt wie die Quadrate der Lampenentfernungen. So ergeben sich die Lampenentfernungen für

Grün:	93 cm,
Rot:	106 »
Gelb:	167 »

Die diesen Lampenstellungen entsprechende Helligkeit, die — annähernd wenigstens — für die vier Farben dieselbe ist, bezeichnen wir im folgenden kurz als »einfache Helligkeit«. Soll eine Farbe bei einer andern, z. B. der vierfachen Helligkeit untersucht werden, so ist es nur nötig, die Lampe auf die halbe Entfernung vom Kreisel zu bringen. Da es aus technischen Gründen untunlich war, der Lampe eine Entfernung von 167 cm zu geben, so wurde das Gelb nur bei doppelter Helligkeit untersucht, für die sich die Lampenstellung durch Division von 167 durch $\sqrt{2}$ ergab.

Natürlich ist nicht darauf zu rechnen, daß diese Bestimmung wirklich genau ist, denn abgesehen von der Unsicherheit der subjektiven Helligkeitsbestimmung, ändern sich die Helligkeiten der einzelnen Farben bekanntlich nicht in gleicher Weise mit der Beleuchtungsstärke. Außerdem wurde der verschiedene Winkel, unter dem die Lichtstrahlen die Scheibe treffen, vernachlässigt. Für den vorliegenden Zweck erwies sich aber das Verfahren als hinreichend genau.

Nachdem so die Farben (außer Gelb) auf annähernd die gleiche Helligkeit gebracht waren, wurde die Bestimmung des zu jeder Farbe gehörigen Grau von neuem ausgeführt. Dabei ergaben sich aus den Beobachtungen des Herrn Prof. Wirth und des Verfassers unter teilweiser Berücksichtigung von Beobachtungen einiger anderer Herren folgende Werte:

Grün:	110	Weiß,	250	Schwarz,
Rot:	118	»	242	»
Blau:	36	»	324	»
Gelb:	320	»	40	»

Diese Zahlen sind aus 50 bis 60 Einstellungen für jede Farbe gewonnen. Die Abweichungen von den obigen Werten erklären sich teils aus der größeren Genauigkeit der zweiten Bestimmung, teils aus dem verschiedenen Verhalten der einzelnen Farben bei verschiedener

Beleuchtungsstärke im Sinne des Purkinjeschen Phänomens. Bei der ersten Bestimmung betrug die Entfernung der Lampe nur wenig mehr als 56 cm. Also wurden beim zweiten Male Blau bei wenig stärkerer, Grün, Rot und Gelb bei bedeutend schwächerer Beleuchtung untersucht.

Das Grau, das auf dem Kreisel der Farbe beigemischt wurde, bestand aus schwarzen und weißen Sektoren in dem für die betreffende Farbe gefundenen Verhältnis. Für die Einstellung wurden Tabellen angefertigt, die von 5 zu 5 Grad die entsprechenden Mengen des Weiß und Schwarz angaben. Auf diese Weise ließ sich die Sättigungsvariation sehr bequem ausführen.

b. Die Versuchsanordnung und die Ausführung der Versuche.

Die beiden Reize, Versuchs- und Normalreiz, wurden auf dem Farbenkreisel dargestellt. Eine 9 cm im Halbmesser betragende farbige Scheibe hatte einen 5 cm langen, vom Mittelpunkte in radialer Richtung sich erstreckenden Schlitz, durch den eine weiße und eine schwarze Scheibe vom Radius 5 cm nach der Maxwellschen Art hindurchgesteckt wurden. Dieser innere Kreis gab den in der Sättigung variablen Normalreiz ab, der äußere 4 cm breite Ring den in der Sättigung konstanten Versuchsreiz. Dem letzteren wurden zunächst 60° Grau beigemischt (s. oben S. 96), die in Gestalt schwarzer und weißer Sektoren auf vier symmetrische Stellen der Scheibe verteilt und durch Aufkleben befestigt wurden, so daß auch bei sehr kurzen Expositionszeiten eine vollkommene Mischung möglich war.

Zur Bemessung der Expositionszeiten diente das in Fig. 1 abgebildete Pendeltachistoskop. Da der Kreisel von oben beleuchtet wurde, mußte der Apparat von unten heraufreichen, um keinen Schatten in die Versuchsanordnung zu werfen. Eine andere Forderung war, verhältnismäßig lange Zeiten bei möglichster Geschwindigkeit des Auf- und Zudeckens zu exponieren. Dementsprechend mußten die räumlichen Verhältnisse ziemlich groß gewählt werden. Der oberhalb der Achse befindliche Teil einer Pendelstange wurde zu einem Kreisbogen ausgestaltet, dessen Mittelpunkt in der Pendelachse liegt. Dieser Bogen trägt zwischen Metallbacken eingeklemmt drei Blechsektoren, einen schmalen und zwei breite. Der schmale Sektor ist 4 cm breit und verdeckt in der Mitte gerade den äußeren, den

Versuchsreiz darstellenden Ring der Kreiselscheibe, die auf der Zeichnung mit angedeutet ist. Die beiden andern Sektoren sind 8 cm breit und schwingen mit ihrer oberen Kante unter dem Mittelpunkte der Scheibe hindurch. Durch Verschieben dieser Blechsektoren sind

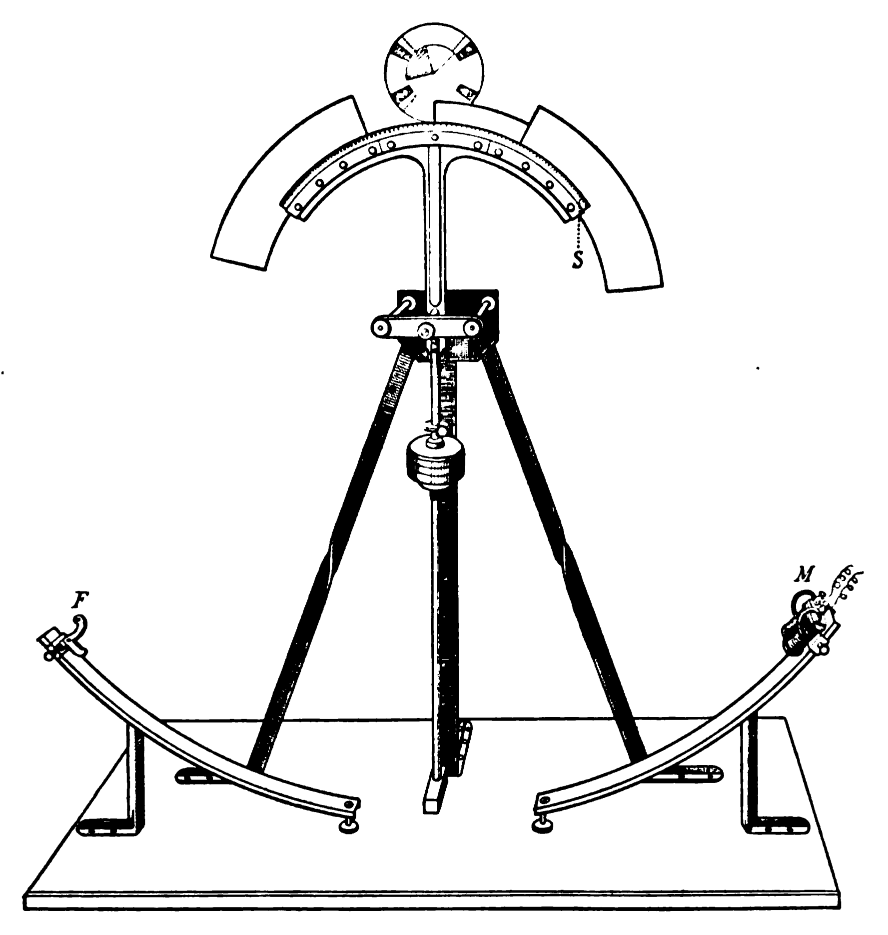


Fig. 1.

die Expositionsräume für den Versuchs- und Normalreiz zu variieren. Der untere Teil der Pendelstange trägt ein schweres Laufgewicht und unten einen eisernen Anker. Dieser Anker kann von dem Elektromagneten *M* gehalten werden. Wenn das Pendel an dem Magneten aufgehängt ist, wird die Scheibe durch den einen breiten Sektor

verdeckt. Sobald der Strom des Magneten geöffnet wird, schwingt das Pendel, um von dem gegenüberliegenden Fänger *F* wieder aufgefangen zu werden. Durch Zug an einem Faden wird der Fänger umgekippt und das Pendel wieder ausgelöst. Magnet und Fänger lassen sich auf je einer bogenförmigen Schiene verschieben. Der Strom des Magneten wurde zur Vermeidung von remanentem Magnetismus regelmäßig gewendet. Der Apparat ist auf dem Fußboden festgeschraubt, die obere Kante des schmalen Sektors befindet sich in Augenhöhe des sitzenden Beobachters. Das Pendel macht bei der einmal gewählten Stellung des Laufgewichtes eine einfache Schwingung in ca. 0,8 Sek. Der Apparat wurde in der Weise geeicht, daß wir eine Stimmgabel von 110 Schwingungen p. Sek. auf dem schmalen Blechstreifen *S* schreiben ließen, während das Pendel von der Höhe des ein- für allemal festgestellten Magneten herabschwang. Die in Ruß geschriebenen Wellen wurden fixiert und eine Skala nach ihnen angefertigt, auf der je ein Teilstrich einer vollständigen Stimmgabelschwingung $= \frac{100}{11}\,\sigma$ entspricht. Die Stellung der Sektoren gestattet nunmehr die Expositionszeiten (auf einen Raumpunkt bezogen) unmittelbar abzulesen. Die Zeiten werden nach der Skala in Zeiteinheiten von je $\frac{100}{11}\,\sigma$ variiert. Durch die Expositionsräume fällt gleichzeitig das Licht auf die Scheibe. Wenn das Pendel zu schwingen beginnt, wird zunächst der länger dauernde obere Reiz exponiert, dann der kürzer dauernde untere, sodann werden beide gleichzeitig durch den zweiten breiten Sektor wieder verdeckt. Bei der abgebildeten Stellung der Kreiselscheibe ist der obere Reiz der Normalreiz. Derselbe wurde in allen Versuchen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes vermerkt ist, 30 Zeiteinheiten lang dargeboten. Sobald der Versuchsreiz länger als 30 Zeiteinheiten gemacht werden soll, wird der Kreiselapparat, der an einer vertikalen Säule verschieblich montiert ist, um den Durchmesser der inneren Scheibe herabgelassen. Nunmehr liegt der Normalreiz unten und der Versuchsreiz oben. Der letztere wird jetzt nicht mehr wie zuvor durch Verschieben des schmalen, sondern des ersten breiten Sektors variiert. Der Apparat wurde von der Firma E. Zimmermann in Leipzig angefertigt.

In Fig. 2 ist ein schematischer Grundriß der ganzen Anordnung

für die Pigmentversuche dargestellt. *K* ist die Scheibe des elektrisch betriebenen Farbenkreisels, der durch Anschluß an die städtische Hochstromleitung in außerordentlich schnelle Rotation versetzt werden konnte. Unmittelbar vor der Scheibe schwingt das Pendel *P*. Um eine exakte Vergleichung zu ermöglichen, müssen die beiden Reize auf zwei kleinen Feldern erscheinen, die scharf und geradlinig gegeneinander begrenzt sind. Zu dem Zwecke wird die Scheibe durch zwei Prismen *Pr* von 2° brechendem Winkel (gewöhnliche Brillenprismen), welche mit der Kante gegeneinander gestellt sind, betrachtet. Dadurch werden die Gesichtslinien derart abgelenkt, daß die innere Peripherie der Scheibe ausgeschaltet wird. Die Prismen sind der Rückfläche eines Spiegels *Sp* aufgesetzt, in dessen Belag zwei kleine Fenster geschnitten sind. Die Fenster liegen übereinander und sind je 10 mm breit und 7 mm hoch. Zwischen ihnen ist der Belag des Spiegels in Gestalt einer 1 mm breiten Brücke erhalten. Hinter jedem Fenster befindet sich ein Prisma. Die Größe der Fenster ist so gewählt, daß die beiden Reize möglichst in die Zentralgrube der Netzhaut fallen, dabei aber eine Ausdehnung haben, welche eine bequeme Vergleichung gestattet. Beide Felder zusammen entsprechen einem Gesichtswinkel von ca. 1 ½° in der Breite und ca. 2 ½° in der Höhe. Vor dem Spiegel befindet sich ein aus Pappe gefertigter Schirm *Sch*, der ein Loch *B* hat, durch welches der Beobachter blickt. Sowohl der Schirm wie die Blechsektoren des Pendels sind mit einem grauen Papier bekleidet, welches dieselbe Helligkeit hat, wie das zur Verwendung kommende Pigment. Da eine Serie grauer Papiere in 40 Abstufungen zwischen Schwarz

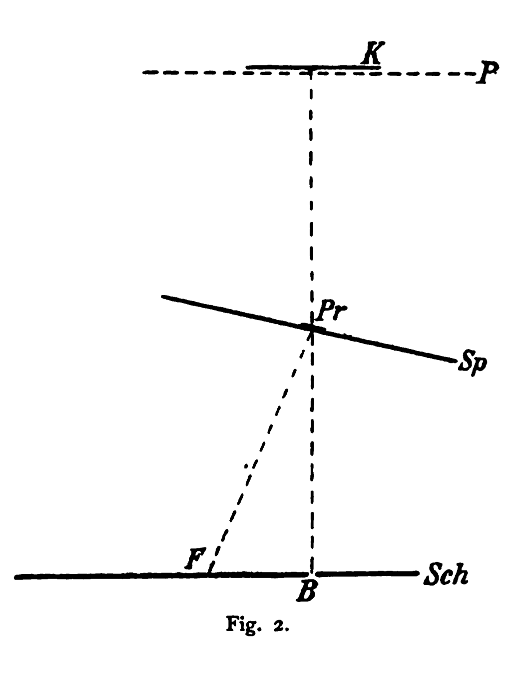


Fig. 2.

und Weiß zur Verfügung stand[1]), konnte mit ziemlicher Genauigkeit für jede Farbe das gleich helle graue Pigment bestimmt werden. Die Auswahl desselben geschah unter Vergleichung mit der entsprechenden Schwarz-Weiß-Mischung. Wenn der Beobachter nunmehr durch das Loch im Schirm blickte, sah er, wenn das Pendel aufgehängt, die Aussicht auf die Kreiselscheibe also versperrt war, eine gleichmäßig graue Fläche. Die geringe Absorption des Lichtes im Spiegel wurde durch eine leichte Neigung des Schirmes gegen die Lichtquelle ausgeglichen. Die Lampe hängt senkrecht über den Fenstern des Spiegels. Um dem Auge die Blickrichtung anzugeben, befindet sich auf dem Schirme ein mit Bleistift gezeichneter Fixierpunkt *F*, der im Spiegel auf der Brücke zwischen den beiden Fenstern gesehen wird. Dazu muß der Spiegel eine etwas schräge Stellung haben. Die Entfernungen des Fixierpunktes und der Kreiselscheibe vom Spiegel sind einander gleich und betragen je 35 cm. Infolgedessen liegt bei der Beobachtung der Fixierpunkt scheinbar in derselben Ebene wie die Reize. Das beobachtende Auge, die Fenster, die Lampe und die Pendelachse liegen in ein und derselben senkrechten Ebene.

Die Ausführung der Versuche geschah auf folgende Weise. Der Kreisel rotierte, das Pendel war aufgehängt. Der Beobachter legte sein Auge an das Loch im Schirm und adaptierte sich einen Augenblick auf der grauen Fläche. Nachdem er sodann den Fixierpunkt scharf ins Auge gefaßt hatte, unterbrach er selbst durch einen leisen Druck auf einen Stromschlüssel den Strom des Elektromagneten. Das Pendel fiel und die beiden Reize erschienen, zuerst der längere, dann der kürzere, um gleichzeitig wieder zu verschwinden. Die Sättigungen, welche beide im Moment des Abschnittes zeigten, wurden miteinander verglichen. Da der Anstieg selbst nicht zur Apperzeption gelangt, sondern nur der im Augenblick des Verschwindens vorhandene Totaleffekt, so ist eine Täuschung über den Zeitpunkt der Beobachtung ausgeschlossen. Hauptbedingung für das Gelingen des Versuches ist jedoch eine absolut feste Fixation. Bei der kleinsten Augenbewegung erschien, wenn der Sättigungsunterschied nicht sehr groß war, immer derjenige Reiz gesättigter, zu dem das Auge sich

[1]) Die Serie ist durch die Tapetenhandlung von H. Mitter, Leipzig, Neumarkt, zu beziehen.

hinbewegt hatte. Ein Kriterium für gute Fixation war das vollkommen gleichzeitige Verschwinden der Reize. Bewegungen des Auges pflegten Zeitverschiebungen zur Folge zu haben. Auch wurde bei starrer Fixation das frühere Erscheinen des längeren Reizes gewöhnlich nicht bemerkt. Jede Beobachtung wurde so oft wiederholt, bis ein sicheres Urteil über das Sättigungsverhältnis der beiden Reize abgegeben werden konnte. Beim Aufsuchen der Gleichung ging man von einem deutlichen Unterschiede der Reize nach der einen oder andern Richtung aus und schritt anfangs in größeren Sprüngen, dann in der Nähe der Gleichheit in Abstufungen von je 5° fort. Sobald die Gleichheit innerhalb eines Abstandes von 5° lag, wurde sie gewöhnlich als in der Mitte liegend angenommen. Für unsern Zweck ist eine genauere Unterscheidung als um 2,5° nicht erforderlich. Wenn ein Punkt der Kurve bestimmt war, orientierte man sich zunächst über die ungefähre Lage des nächstfolgenden Punktes, indem man den um eine Zeiteinheit längeren Versuchsreiz einfach mit dem unveränderten Normalreiz der vorigen Gleichung verglich. Dieses anfangs aus Gründen der Bequemlichkeit eingeschlagene Verfahren ist, wie wir später sehen werden, von prinzipieller Wichtigkeit.

Die Unterschiedsempfindlichkeit erwies sich als außerordentlich fein. Nach Aubert[1]), der die Unterschiedsempfindlichkeit für Sättigungsdifferenzen in der Weise bestimmte, daß er das von reinem Weiß oder Grau eben unterscheidbare Mindestmaß von Sättigung, d. h. den eben erkennbaren Farbenzusatz aufsuchte, geben auf einer weißen rotierenden Scheibe schon farbige Sektoren von 2 bis 3° eine merkliche Farbendifferenz, während als Zusatz zu Grau oder Schwarz schon erheblich kleinere Sektoren erkennbar sind. Woinow[2]) fand bei der Mischung mit Weiß die Unterschiedsschwelle für Rot $\frac{1}{120}$, Orange $\frac{1}{144}$, Blau $\frac{1}{160}$. Unsere Erfahrungen stehen hiermit wohl im Einklang. Der Kontrast der beiden Reize übt auf die Feinheit der Unterscheidung jedenfalls einen vorteilhaften Einfluß aus.

Bei fortschreitender Übung der Beobachter machten sich auf dem

---

[1]) Physiologie der Netzhaut, S. 138 f. (zit. nach Nagel, Handbuch der Physiologie, III, S. 252).

[2]) Arch. f. Ophthalmol., Bd. 16, 1, 1870, S. 256 (zit. nach Wundt, Physiol. Psychol. [5] II, S. 157).

Beobachtungsfelde Ungleichheiten der Sättigung bemerkbar, die zum Teil wohl durch die nicht momentane Exposition des ganzen Feldes, zur Hauptsache aber jedenfalls durch ungleiche Empfindlichkeit der getroffenen Netzhautstellen bedingt waren. Den Störungen, die dieser Umstand zur Folge hatte, wurde dadurch begegnet, daß der Beobachter den rechten Rand des Feldes, der vom Tachistoskop zuletzt abgeschnitten wurde, fixierte. Dieser Rand erschien völlig homogen und gestattete eine sichere Vergleichung.

Durch unvermeidliche minimale Helligkeitsdifferenzen zwischen dem farbigen und dem grauen, der Adaptation dienenden Papiere geschah es gelegentlich, daß sich der intensive Anstieg bzw. »Abstieg« in den qualitativen in unwillkommener Weise einmischte. Die Folge war, daß der Versuchsreiz bei einzelnen, besonders den ganz kurzen Expositionszeiten entweder etwas heller oder etwas dunkler war als der Normalreiz. Da eine ungleiche Helligkeit die Beurteilung der Sättigungen ziemlich stark beeinträchtigte, so wurde dem Normalreiz ex tempore etwas mehr Schwarz oder Weiß zugefügt, als dem zugehörigen Grau entsprach, und dadurch die Helligkeitsgleichung wieder hergestellt. Der hieraus erwachsende Fehler dürfte zu geringfügig sein, als daß er für die Resultate in Betracht käme.

Sämtliche Versuche wurden vom Verfasser selbst ausgeführt und zum großen Teil von andern Beobachtern nachgeprüft. Dabei ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung, so daß die gefundenen Werte wohl der Norm entsprechen. Als Beobachter fungierten außer dem Verfasser die Herren Dr. Büchner (Dr. B.), Dr. Dohrn (Dr. D.), Dr. Fischer (Dr. F.), Goldschmidt (G.), Heyde (H.), Tanahashi (T.). Allen diesen Herren, sowie denjenigen Herren, welche die Freundlichkeit hatten, den Apparat zu bedienen, während ich selbst beobachtete, sage ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

c. Ergebnisse aus den Versuchen mit Pigmenten.

1. Grün.

Zunächst wurde die Kurve der Grünerregung für einen Versuchsreiz von 300° bei einfacher Helligkeit untersucht[1]). Vorher wurde

[1]) Nach einer nachträglich ausgeführten photometrischen Bestimmung hatte der graue Schirm hierbei die 6,35 fache Helligkeit eines von der Hefnerlampe aus 1 m Entfernung beleuchteten Photometerpapieres.

festgestellt, daß dieser Versuchsreiz bei jeder Expositionszeit weniger gesättigt erschien als ein Normalreiz von 360° bei ca. 270 σ (30 Zeiteinheiten). Die gefundenen Werte sind in Tabelle I[1]) zusammengestellt. Die erste Kolonne enthält die Beobachtungen des Verfassers, die zweite die Kontrollversuche der andern Beobachter. Auf die kürzeste Expositionszeit von einer Zeiteinheit wurde in den meisten Kurven verzichtet, weil es ungewiß war, ob in dieser Zeit eine vollkommene Mischung auf dem Kreisel zustande kam. Trägt man die gefundenen Werte nach der oben angegebenen Weise in ein Koordinatensystem ein, so ergibt sich Kurve 1 in Fig. 3. Die beobachteten Punkte sind in der Kurve hervorgehoben und durch eine abrundende Linie verbunden. Die Kurve zeigt einen ausgesprochen remittierenden Verlauf und erreicht beim Zeitpunkt 33 (= 300 σ) ihr Maximum, von dem sie sofort, erst langsam remittierend, dann anscheinend stetig wieder absinkt. Die Maximalzeit für das Ansteigen der Grünerregung beträgt also unter den beschriebenen Umständen 300 σ.

Sodann wurde eine Kurve für ein Grün von 300° bei vierfacher Helligkeit aufgenommen. Die Lampe wurde auf die halbe Entfernung von der Scheibe herabgelassen. Die Entfernung ist zwischen dem Glühstift der Lampe und demjenigen Punkte der Scheibe gemessen, welcher in der Mitte zwischen den beiden Reizen liegt. Der Unterschied in der Entfernung der beiden Reizfelder kann vernachlässigt werden. Genau genommen ist die Helligkeit wegen des geraderen Auffallens der Lichtstrahlen noch etwas größer als vierfach. Da aber zahlenmäßige Abhängigkeiten zwischen dem Erregungsverlauf und der Helligkeitsstufe, auf der er stattfindet, nicht mit Sicherheit zu konstatieren sind, war eine genauere Bestimmung der Helligkeit nicht erforderlich. Eigentlich hätte für jede andere als die einfache Helligkeit das zugehörige Grau neu bestimmt werden müssen. Da sich aber gezeigt hatte, daß das graue Pigment, auf das das Auge adaptiert wurde, viel wichtiger war, als die Schwarz-Weiß-Mischung auf dem Kreisel, und da graue Papiere nicht in so feiner Abstufung, wie erforderlich gewesen wäre, zur Verfügung standen, so wurde darauf verzichtet und das einmal bestimmte Grau für alle Helligkeiten bei-

[1]) Die Tabellen siehe am Schluß.

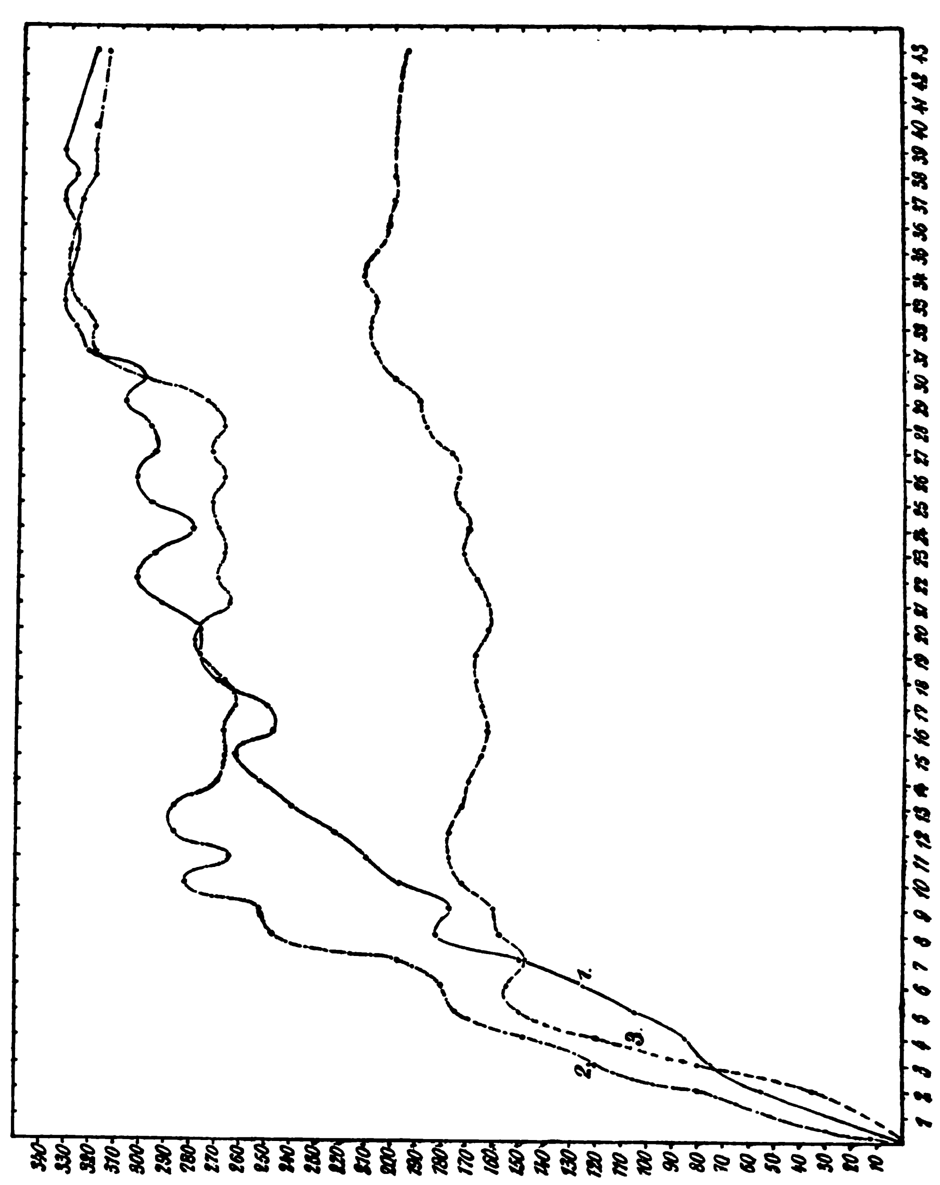


Fig. 3.

behalten. Nennenswerte Störungen hatte dies nicht zur Folge. Im Gegenteil wurden die oben erwähnten unvermeidlichen Helligkeitsdifferenzen zwischen den grauen und farbigen Papieren zum Teil ver-

mindert oder vollkommen aufgehoben. Die Beobachtungen sind in Tabelle I und Kurve 2 zusammengestellt. Diese Kurve steigt bedeutend steiler an als diejenige der geringeren Helligkeit, erreicht an den Punkten 10 und 12 ein zweigipfeliges relatives Maximum, erleidet dann eine sehr nachhaltige Remission und erreicht an derselben Stelle wie Kurve 1 ihr definitives Maximum.

Kurve 3 (Tabelle I) gilt für ein Grün von nur 200° objektiver Sättigung. Dieselbe steigt steiler an als Kurve 1, hat ein relatives Maximum beim Punkt 11 und das definitive Maximum an derselben Stelle wie die beiden andern Kurven. Wir haben hier also das paradoxe Verhalten vor uns, daß ein objektiv weniger gesättigtes Grün bei derselben Zeit (von ca. 25 bis ca. 60 σ) gesättigter erscheint als ein objektiv gesättigteres Grün. Nach der Kurve muß das Grün von 200° bei 4 Zeiteinheiten gleich erscheinen dem Grün von 300° bei nicht ganz 6 Zeiteinheiten. Diese Punkte mußten, direkt miteinander verglichen, eine Gleichheit ergeben. Der Versuch, der bei der Kürze beider Reize sehr schwierig war, wurde vom Verfasser und von Herrn Heyde mit positivem Erfolge ausgeführt. Gleichzeitig wurden die beiden Punkte einer nochmaligen Nachprüfung nach dem gewöhnlichen Verfahren unterzogen und die Richtigkeit dieser merkwürdigen Erscheinung bestätigt. Bemerkenswert ist die Ähnlichkeit zwischen den Kurven 2 und 3 gegenüber Kurve 1.

2. Rot.

Mit dem roten Pigment wurden 7 Kurven aufgenommen und zwar:

ein	Rot	von	300°	bei	einfacher	Helligkeit	(Kurve 4)	Tabelle II
»	»	»	300°	»	doppelter	»	(» 5)	
»	»	»	300°	»	vierfacher	»	(» 6)	
»	»	»	300°	»	$\frac{15}{36}$ facher	»	(» 7)	
»	»	»	200°	»	einfacher	»	(» 8)	Tabelle III
»	»	»	200°	»	vierfacher	»	(» 9)	
»	»	»	200°	»	$\frac{15}{36}$ facher	»	(» 10)	

Die geringere Helligkeit für die Kurven 7 und 10 wurde nicht durch höhere Lampenstellung erzielt, was aus technischen Gründen nicht tunlich war, sondern durch eine Mattglasscheibe, die unter der Lampe

ausgespannt wurde. Eine photometrische Vergleichung ergab, daß sich die verminderte Helligkeit zur einfachen verhielt wie 15 : 36. Da aber durch die Mattglasscheibe die Beleuchtung diffuser gemacht wurde, so ließ bei ganz kurzen Expositionszeiten der schmale Spalt im Tachistoskop nicht genug Licht hindurch. Deshalb wurde auf die kürzesten Zeiten bis zu 4 Skalenteilen einschließlich verzichtet. Von hier ab wurde keine Störung bemerkt.

Bei Betrachtung der Kurven 4 bis 7 (Fig. 4) zeigt sich für die geringste Helligkeit (Kurve 7), wenn man von den kleineren in jeder Kurve wiederkehrenden Oszillationen absieht, im ganzen ein ziemlich stetiger Anstieg bis zum Maximum, von da ein verhältnismäßig langsamer Abfall. Das Maximum liegt beim Zeitpunkte 33 (= 300 σ), also an genau derselben Stelle wie das der Grün-Kurven. Bei der nächst größeren Helligkeit (Kurve 4) ist der Anstieg steiler. Beim Punkte 12 liegt ein jähes relatives Maximum. Das definitive Maximum liegt wiederum an derselben Stelle, wie in den übrigen Kurven. Bei der nächstfolgenden Helligkeit (Kurve 5) ist der Anstieg noch steiler. Ungefähr an derselben Stelle wie in Kurve 4 liegt ein relatives Maximum, das nunmehr etwas höher und vor allen Dingen breiter geworden ist, dann folgt ein stetiger langsamer Abfall und dann wiederum bei etwa 300 σ das definitive Maximum. Dieses letztere ist aber nur um 2,5^{0} höher als jenes relative Maximum. Bei der vierfachen Helligkeit (Kurve 6) steigt die Kurve sehr steil an, hat beim Punkte 11 (= 100 σ) ihr definitives Maximum, fällt dann allmählich ab und hat an dem typischen Punkte bei ungefähr 300 σ noch ein kleines relatives Maximum. Diese vier Kurven zeigen also, daß die Maximalzeit bei zunehmender Helligkeit kürzer wird, aber das Maximum rückt nicht einfach der Helligkeit entsprechend weiter vor, sondern es entwickelt sich an einem früheren Punkte des Verlaufes zunächst ein relatives Maximum, das höher und breiter wird und schließlich zum definitiven Maximum wird, während das ursprüngliche definitive Maximum sich zu einem relativen zurückbildet. Auf einer bestimmten Helligkeitsstufe springt das Maximum plötzlich von 300 σ auf 100 σ über.

Vergleicht man diese Rot-Kurven mit den entsprechenden Grün-Kurven (K. 1 und 2), so sieht man, daß das relative Maximum der

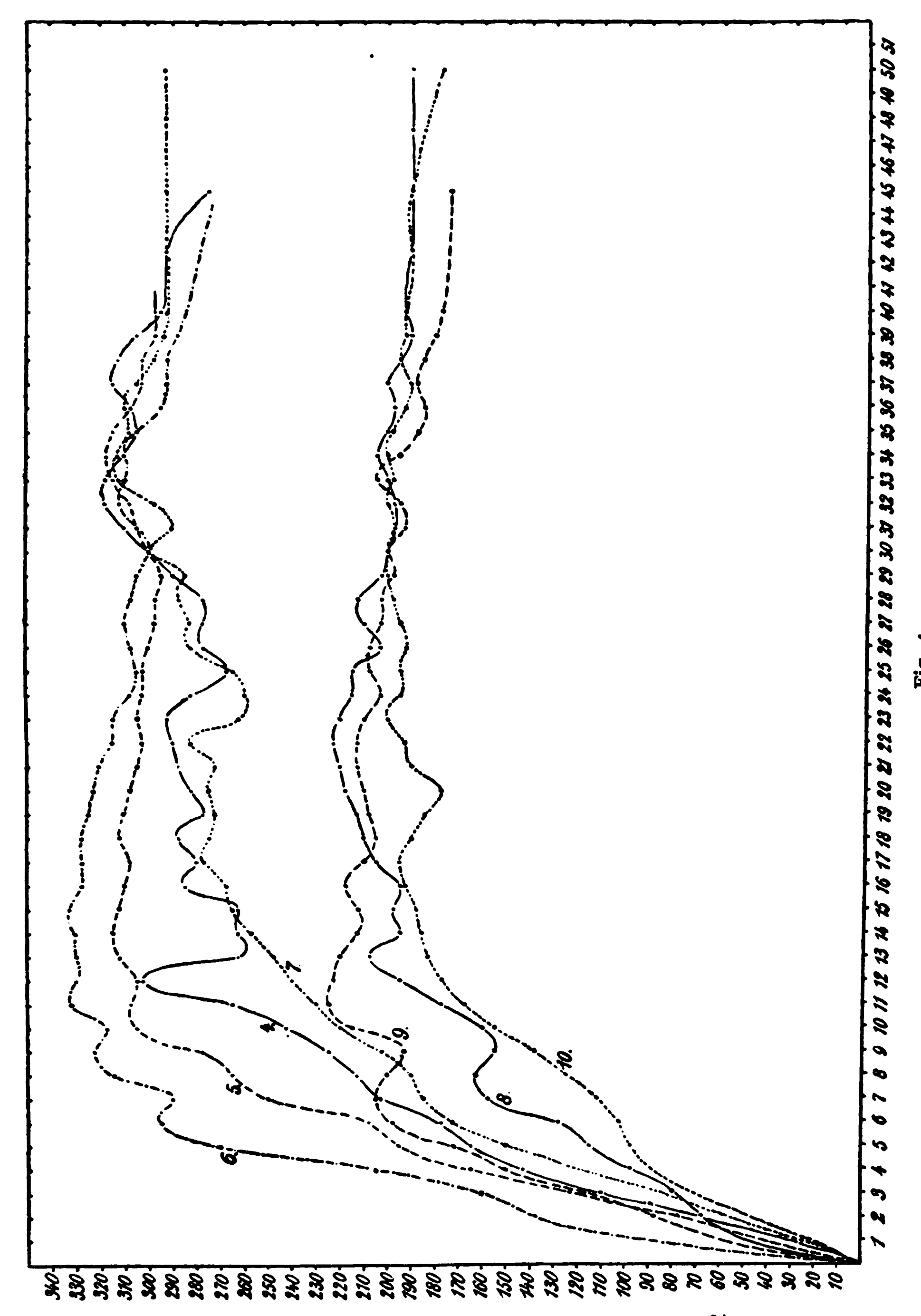

4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51
340 330 320 310 300 290 280 270 260 250 240 230 220 210 200 190 180 170 160 150 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10

Fig. 4.

Kurve 2 an derselben Stelle liegt wie das der Kurven 4 und 5 und wie das absolute Maximum der Kurve 6. Sogar die zweigipfelige Beschaffenheit zeigt sich in ähnlicher Weise in den Kurven 2, 5 und 6. Es ist demnach zu erwarten, daß auch das Maximum der Grünerregung bei weiterer Vergrößerung der Helligkeit von 300 σ auf 100 σ überspringen würde.

Die Kurven 8, 9 und 10, die für ein Rot von 200° bei einfacher, vierfacher und $\frac{15}{36}$ facher Lichtstärke gelten, zeigen ein ähnliches, aber noch etwas komplizierteres Verhalten. Bei der einfachen Helligkeit (Kurve 8) liegt das absolute Maximum beim Punkte 22 (= 200 σ). Bei etwa 300 σ folgt noch eine leichte Erhebung. Bei vierfacher Helligkeit (Kurve 9) liegt das absolute Maximum beim Punkte 11 (= 100 σ), also an derselben Stelle wie in der entsprechenden Kurve der größeren Sättigung. Bei 200 σ und bei 300 σ folgen noch leichte Erhebungen nach, die sich aber von den übrigen Oszillationen der Kurve wenig unterscheiden. Die ähnliche Gestalt der Anfangsteile der Kurven 8 und 9 läßt vermuten, daß das Maximum der Kurve 9 beim Punkt 11 aus dem relativen Maximum der Kurve 8 beim Punkte 13 hervorgegangen ist. Kurve 10 hat mehrere gleich hohe Gipfel, davon je einen bei ungefähr 200 σ und 300 σ. Hier ist also gerade diejenige Helligkeitsstufe getroffen, auf welcher der Gipfel bei 200 σ aufgehört hat, absolutes Maximum zu sein. Würde die Helligkeit noch weiter vermindert werden, so würde wahrscheinlich das Maximum auf 300 σ überspringen.

Die Kurven der geringeren Sättigung unterscheiden sich also von denjenigen der größeren Sättigung im wesentlichen dadurch, daß in ihnen drei ausgezeichnete Punkte vorkommen, welche je nach der Helligkeit das Maximum tragen, bei 100, 200 und 300 σ, während die Kurven der größeren Sättigung nur zwei solche Punkte besitzen, bei 100 und 300 σ. Dagegen sieht man in diesen letzteren Kurven bei ungefähr 200 σ (Punkt 22 und 23) überall eine mehr oder weniger ausgesprochene Erhebung. Dieselbe zeigt sich übrigens auch in den Grün-Kurven.

3. Versuche mit einem Farbenblinden.

Ich hatte Gelegenheit, einige Versuche mit Herrn K. anzustellen, einem Rot-Grün-Blinden, dessen Spektrum an der Rotseite verkürzt

ist, und dessen neutrale Stelle im Grünen bis Blaugrünen liegt, also ein der sogenannten Protanopie ähnlicher Fall. Herr K. verwechselte das grüne und ein purpurnes Pigment untereinander und mit Grau. Bei Gelegenheit bezeichnete er auch ein indifferentes graues Papier als rot, offenbar auf Grund sekundärer, assoziativer Merkmale, die dem Farbentüchtigen unbekannt sind, den Farbenblinden aber oft die Farben, die seinem Spektrum in Wirklichkeit fehlen, noch unterscheiden lassen, die ihn aber auch über das wirkliche Farbenverhältnis täuschen können. Herr K. verfügt offenbar nur über eine sehr geringe Rot-Empfindlichkeit. Da er das grüne Pigment vollkommen farblos sah, waren Versuche mit Grün nicht möglich. Dagegen beobachtete er eine Anzahl Punkte verschiedener Rot-Kurven, die er in vorzüglicher Übereinstimmung mit dem Verfasser und den andern Beobachtern fand. Die von Herrn K. mit großer Sicherheit ausgeführten Versuche sind in Tabelle II verzeichnet. Wenn man diese wenigen Ergebnisse verallgemeinern darf, so würden sie dafür sprechen, daß, wenn ein Farbenblinder eine Farbe überhaupt wahrnimmt, dieselbe den gleichen Erregungsgesetzen unterworfen ist, wie beim Farbentüchtigen. In analoger Weise fand Wirth bei seinen Nachbilduntersuchungen[1]), daß Farbenblinde sich in bezug auf das kombinierte Farben- und Helligkeitsnachbild vom Normalen nicht wesentlich unterschieden.

4. Blau.

Das blaue Pigment wurde zunächst in einer Sättigung von 300° bei einfacher Helligkeit untersucht (Tabelle IV, Kurve 11). Das Maximum liegt wiederum bei 300 σ. Die nächste Kurve (Kurve 12) stellt den Anstieg desselben Blau bei halber Lichtstärke dar. Die Helligkeit konnte für Blau nicht wesentlich vergrößert werden, weil die Lampe zur Erzielung der einfachen Helligkeit schon eine sehr geringe Entfernung vom Kreisel hatte. Kurve 12 verläuft dicht unter Kurve 11 und erreicht ihr Maximum an derselben Stelle. Die kleine Erhebung, die Kurve 11 am Punkte 13 zeigt, ist vermutlich die erste Anlage des Maximums, das sich bei größerer Helligkeit an dieser Stelle entwickeln wird.

[1]) Philos. Stud. Bd. 17, S. 396 f.

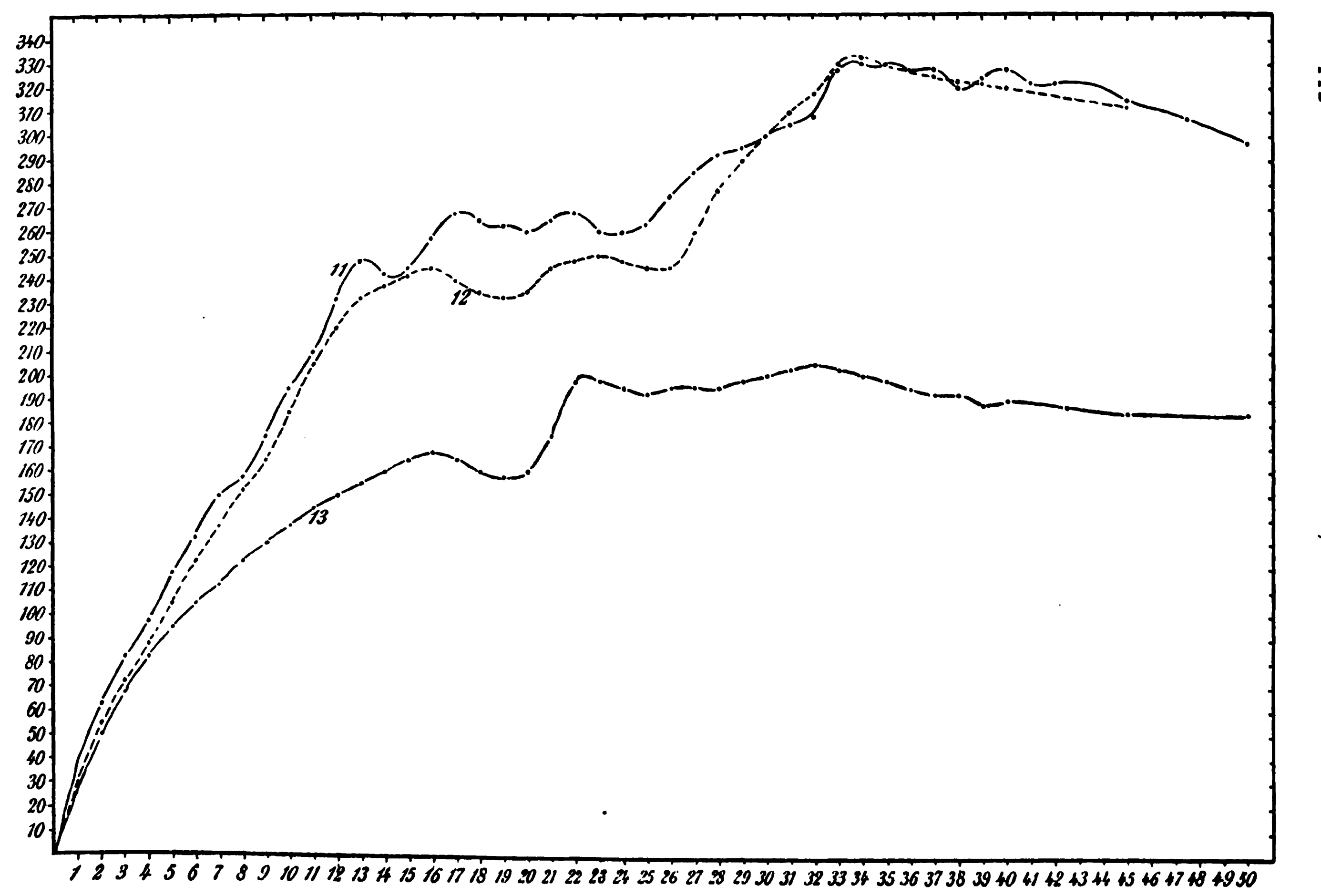

340
330
320
310
300
290
280
270
260
250
240
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
11
12
13

Fig. 5.

Kurve 13 ist mit einem Blau von 200° bei einfacher Helligkeit aufgenommen. Nach einem relativen Maximum bei 200 σ folgt das nur wenig höhere definitive Maximum wieder bei ungefähr 300 σ. Nach Analogie der entsprechenden Rotkurven darf man wohl annehmen, daß bei größerer Helligkeit das definitive Maximum auf jenen früheren Punkt übergehen wird. Übrigens zeigen an dieser Stelle auch die Kurven 11 und 12 eine deutliche Erhebung.

5. Gelb.

Die Versuche mit Gelb sind in Tabelle V und den Kurven 14 und 15 (Fig. 6) zusammengestellt. Kurve 14 betrifft ein Gelb von 300°, Kurve 15 ein solches von 200°, beide bei doppelter Lichtstärke (s. oben S. 97). Der Anfangsteil der Kurven verläuft auffallend flach. Die gelbe Farbe hat, wie überhaupt, so besonders bei kurzen Expositionszeiten eine relativ geringe Wirksamkeit. Das Maximum haben beide Kurven wiederum bei etwa 300 σ. Entsprechend dem ruhigeren Anstieg ist auch der Abfall nach dem Maximum nicht so steil, wie z. B. in den Rotkurven.

II. Versuche mit spektralreinen Farben.

Die bisherigen Versuche sind mit Versuchsreizen ausgeführt, die auf dem Kreisel aus intermittierenden, in der Empfindung verschmelzenden Erregungen hergestellt wurden. Dem gegenüber erschien es wünschenswert, den Erregungsanstieg auch für Farben zu untersuchen, die nicht nur objektiv vollkommen kontinuierlich auf die Netzhaut einwirken, sondern auch eine maximale, also spektrale Sättigung besitzen.

a. Die Versuchsanordnung.

Homogene Farben lassen sich im Spektrum selbst nicht in genügender räumlicher Ausdehnung gewinnen. Man benutzt zweckmäßig die von Kirschmann[1]) zuerst angegebenen Kombinationen farbiger Gläser und Gelatineplatten, die unter ständiger Kontrolle mit dem Spektroskop so zusammengestellt werden, daß das Spektrum derjenigen Lichtquelle, mit der man zu arbeiten gedenkt, bis auf einen schmalen Streifen der gewünschten Farbe absorbiert wird. Wir be-

[1]) Philos. Stud. Bd. 6, 1891, S. 543.

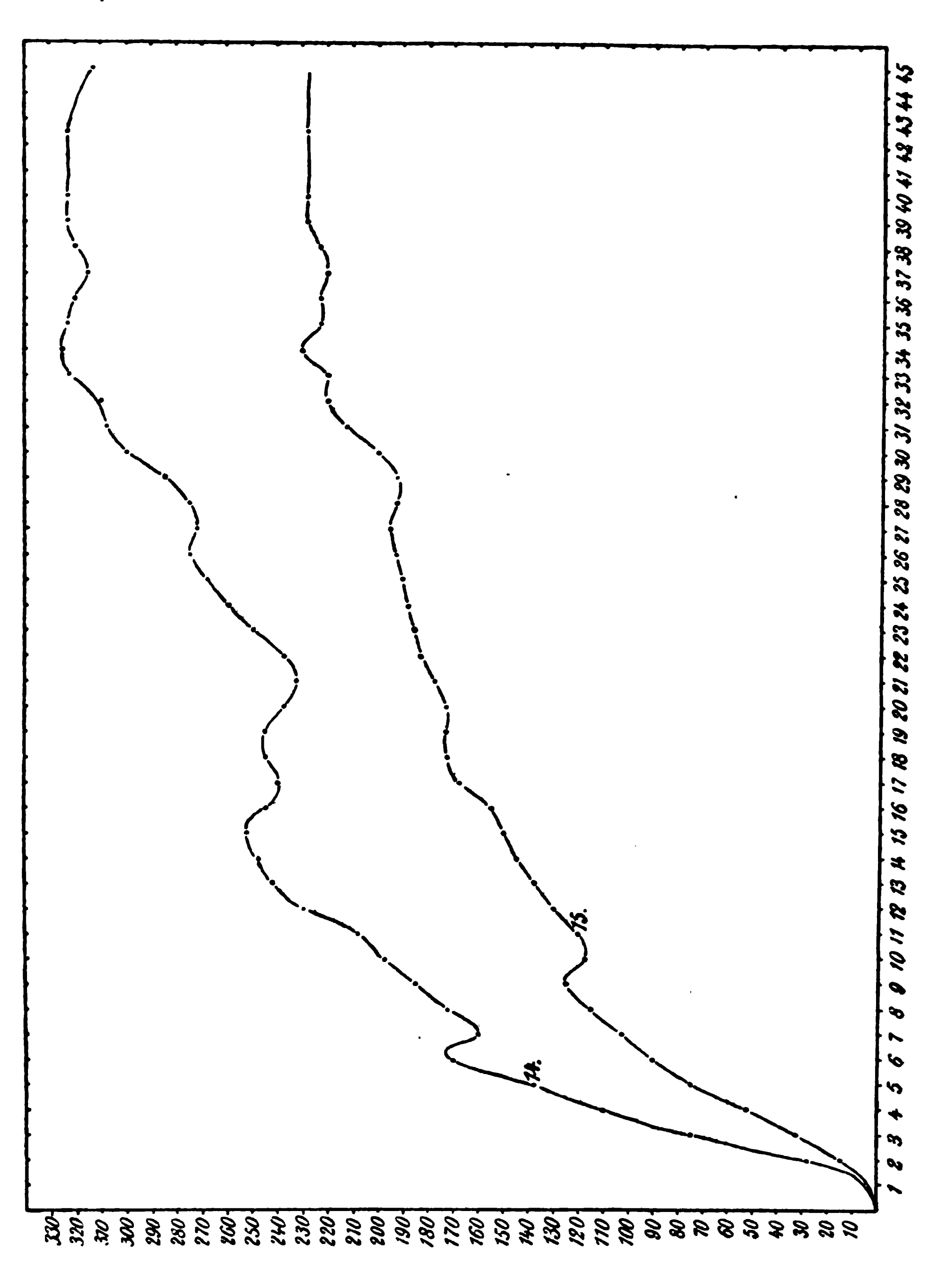


Fig. 6.

nutzten an einer elektrischen Bogenlampe eine grüne Kombination, bestehend aus einem grünen Glas, sechs grünen, sechs gelben und

zwei blauen Gelatineblättern, und eine rote Kombination aus einem roten und einem blauen Glas. Beide erhielten außerdem eine Scheibe aus Milchglas. Die Wellenlänge des Grün betrug im Mittel etwa 511 $\mu\mu$, das Rot nahm den äußersten Streifen im Spektrum ein. Die Kombinationen müssen wegen der Ungleichheit der in den Handel kommenden Gläser und Gelatinen immer neu ausprobiert werden.

Die gesamte Anordnung für transparente Farben ist in Fig. 7 in einer schematischen Seitenansicht dargestellt. Der Schirm *Sch*, der Spiegel mit den Prismen *Sp*, das Pendel *P* und die Nernstlampe *N* sind aus der vorigen Anordnung unverändert beibehalten. Als Lichtquelle für die transparenten Farben dient eine Projektionsbogenlampe *B*. Die Farbenkombination *F* befindet sich vor dem Brennpunkte des Kollektorsystems *K* der Bogenlampe (im Bereiche der divergenten



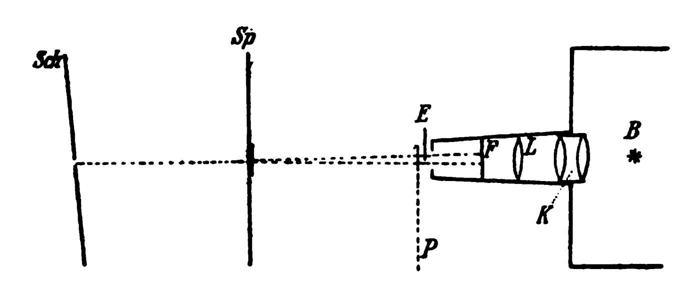


Fig. 7.

Strahlen). Damit sie nicht von der äußeren Beleuchtung getroffen wird, ist sie in einen Schacht aus schwarzem Karton eingeschlossen, der sich von der Bogenlampe bis nahe an das Pendel erstreckt, und dessen vordere Öffnung auf das geringste zulässige Maß verkleinert ist. Zwischen der Farbenplatte und dem Kollektorsystem befindet sich eine Konvexlinse *L*. Durch Vor- und Zurückschieben derselben kann die Konzentration des die Platte treffenden Lichtes und damit die Helligkeit der Farbe innerhalb weiter Grenzen beliebig variiert werden. Der Schirm und die Sektoren des Pendels sind mit demselben grauen Papier bekleidet, das für die Untersuchungen mit dem grünen Pigment benutzt wurde. Die Nernstlampe ist so gestellt, daß

sie die früher verwandte einfache Lichtstärke liefert. Zur Variation des Normalreizes dient ein Episkotister *E*, der ebenfalls aus dem grauen Papier gefertigt ist und der einen Radius von 5 cm hat, entsprechend der inneren, den Normalreiz liefernden Scheibe des Kreisels. Der Episkotister kreist nur vor der oberen Hälfte der Farbenplatte. Die untere Hälfte dient dem in der Sättigung unveränderten Versuchsreiz. Beim Durchtritt durch die Fenster im Spiegel mußte sich den beiden Reizen farbloses Licht beimischen, das vom Schirm her auf der Vorderfläche des Glases reflektiert wurde. Zu vermeiden war dieser Umstand nicht, wohl aber ließ sich das reflektierte Licht auf ein Minimum beschränken dadurch, daß auf dem Schirme genau der Stelle und der Größe der Fenster entsprechend ein kleines Feld von mattem schwarzen Papier aufgeklebt wurde. Die Helligkeit der Farbe wurde durch Verschieben der Linse *L* so eingestellt, daß sie dem äußeren Grau gleich erschien. Dann hatte auch das Grau des Episkotisters dieselbe Helligkeit. Die Inkonstanz der Bogenlampe machte es erforderlich, die Helligkeitseinstellung jedesmal vor Beginn der Versuche auszuführen und während derselben oft zu kontrollieren. Die Ausführung der Beobachtungen geschah in derselben Weise wie früher.

b. Den vorigen analoge Versuche.

Für das spektrale Grün und Rot wurde je eine Kurve unter den nämlichen Bedingungen wie für die Pigmente aufgenommen. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle VI und den Kurven 16 und 17 (Fig. 8 und 9). Die Helligkeit ist die einfache. Nach 30 Zeiteinheiten haben beide Versuchsreize die höchste auf dem Normalreiz herzustellende Sättigung erreicht. Auf dem direkten Wege waren die Kurven also nicht weiter zu verfolgen. Gleichwohl ließen sich durch ein indirektes Verfahren noch brauchbare Resultate erzielen. Beim Punkte 30 haben Versuchs- und Normalreiz dieselbe Dauer und folglich erscheinen sie bei gleicher objektiver Sättigung auch dem Beobachter gleich. Daß dies wirklich der Fall ist, und daß nicht etwa durch die Raumlage verschiedene Verhältnisse eingeführt werden, wurde mehrfach erprobt. Vom Punkte 31 an war der Versuchsreiz gesättigter als der Normalreiz ohne Episkotister. Jetzt war die Lage der Reize auf dem Pendel umgekehrt, der Episkotister aber wurde auf seinem Platze gelassen, sodaß er nunmehr vor dem Versuchsreiz

kreiste. Man kann nun feststellen, um wieviel der Versuchsreiz in seiner Sättigung vermindert werden muß, um dem Normalreiz von 360° gleich zu erscheinen. Man nimmt damit jeweils ein kleines Stück einer Kurve auf, die für einen weniger gesättigten Versuchs-

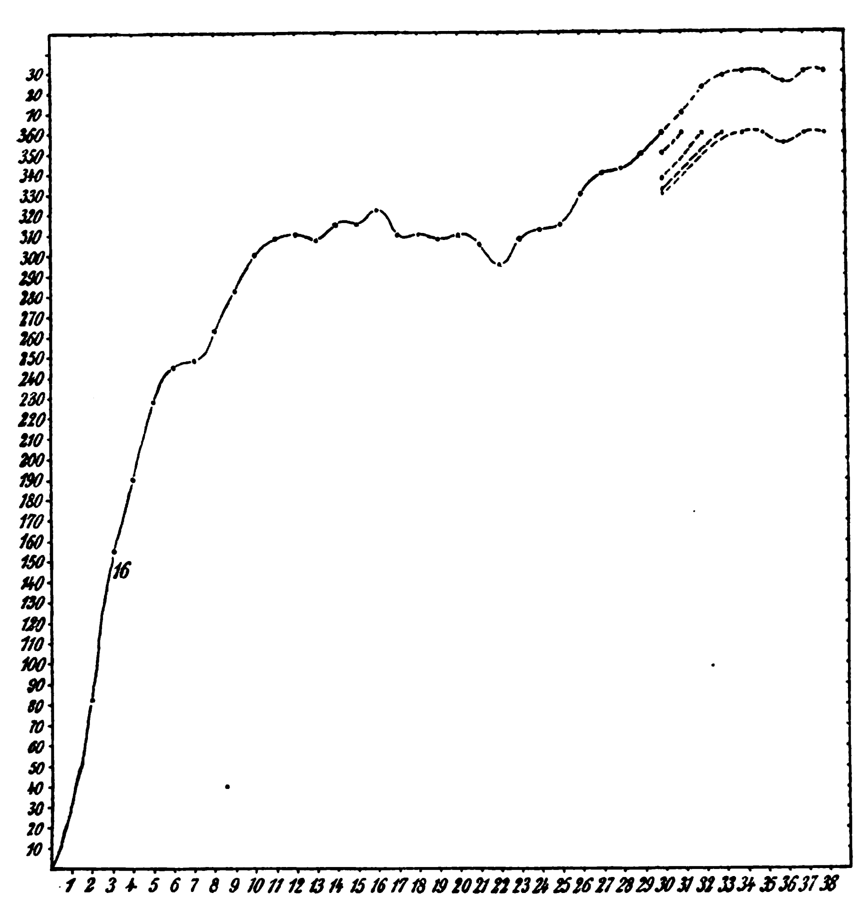


Fig. 8.

reiz gilt. Nimmt man an, daß die Kurven so geringer Sättigungsunterschiede an dieser Stelle ihres Verlaufes einander parallel sind, so kann man die fehlenden Ordinaten für die Kurve der maximalen Sättigung berechnen. In Kurve 16 ist dieses Verfahren, das natürlich nur eine bedingte Gültigkeit hat, veranschaulicht. Demnach liegt das

Maximum dieser Kurve an derselben Stelle, wie das der meisten übrigen Kurven, bei ungefähr 300 σ.

Das Bild der Kurven 16 und 17 ist ein ziemlich ähnliches wie

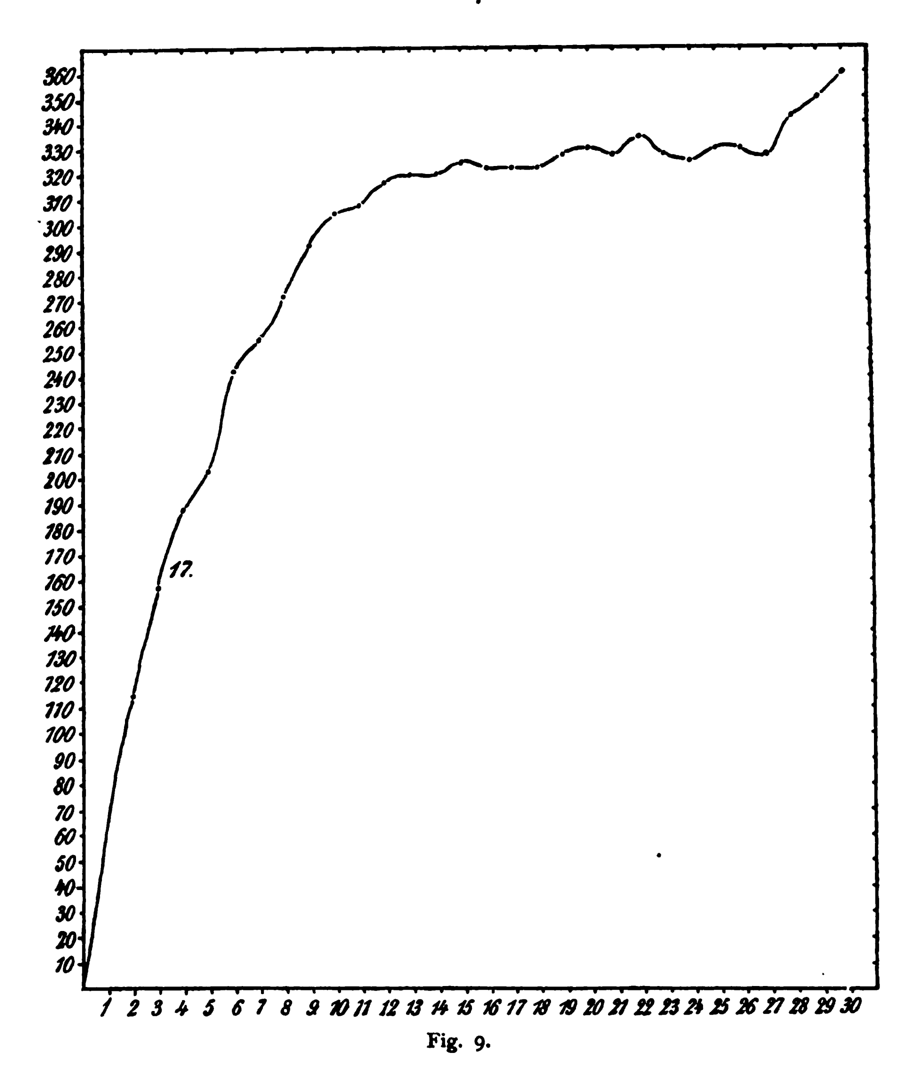


Fig. 9.

das der entsprechenden Pigmentkurven. Die Ordinaten müssen natürlich, da der Versuchsreiz in seinem Verhältnis zum Normalreiz um 60° gesättigter ist, etwas höher ausfallen. Die Oszillationen sind weniger ausgesprochen. Beide Kurven zeigen bei ca. 100 σ die

charakteristische Umbiegung in einen der Abszisse parallelen Verlauf. Die bedeutend größere Sättigung der Spektralfarben gegenüber den Pigmentfarben hat also auf die Gestalt der Anstiegskurven nur einen sehr geringen Einfluß. Jedenfalls bedingt sie keine Veränderung der Maximalzeit.

Bei allen Versuchen mit transparenten Farben sind die Differenzen zwischen den einzelnen Beobachtern größer als bei den Pigmentversuchen. Wahrscheinlich beruhen dieselben auf kleinen Unterschieden der Helligkeit, die bei den regelmäßigen durch die Inkonstanz der Bogenlampe erforderten Neueinstellungen unvermeidlich waren.

Diese spektralgesättigten Farben erscheinen bei einer Expositionszeit von etwa $^1/_3$ Sekunde in ganz wundervoller Farbenpracht, ein Umstand, der vielleicht für Untersuchungen über die Gefühlswirkungen der Farben von Interesse sein dürfte.

c. Der Sättigungsanstieg für Grün nach Adaptation auf ein weniger gesättigtes Grün.

Wir haben bisher den Anstieg der Farbenerregung aus der Nulllage der Farbigkeit untersucht. Man kann aber ebensogut eine Farbe entweder von einer niedrigeren positiven Sättigungsstufe ihrer selbst oder von einer negativen Stufe, d. h. der Komplementärfarbe ansteigen lassen. Dieser letztere Fall bildet den Übergang zu der zweiten Form des qualitativen Anstieges, die mit einer Änderung im Farbentone einhergeht. Beim Übergang einer Farbe in ihre Komplementärfarbe fallen aber Farbenton und Sättigung in eine Dimension des Farbensystems.

Um den Anstieg der Farbenerregung von einer niedrigeren Sättigungsstufe an zu untersuchen, benutzten wir das spektrale Grün und das grüne Pigment. Der Schirm und die Pendelsektoren wurden mit dem grünen Papier bekleidet, desgleichen wurde der Episkotister daraus gefertigt. Im übrigen blieb die Anordnung wie bei den vorigen Versuchen. Vor der Darbietung der Reize adaptierte sich der Beobachter anstatt auf Grau nunmehr auf Grün. Da aber bei differenter Stimmung des Sehorganes die Erregbarkeit von der Adaptationszeit abhängig ist, so mußte diese genau bemessen werden. Zu dem Zwecke diente folgende Anordnung:

Zwischen dem Schirm und dem Spiegel wurde ein zweiter Schirm aus Karton angebracht, der wie eine Fahne an einem Hebelarm hing.

Der Hebelarm wurde elektromagnetisch festgehalten. Wenn der Strom des Magneten unterbrochen wurde, fiel der Schirm herab und die Aussicht auf das Beobachtungsfeld wurde freigegeben. Der Beobachter konnte sich jetzt adaptieren. Zur Bemessung der Adaptationszeit wurde der kleine Zeitsinnapparat[1]) verwandt. Der Apparat hatte vier Kontakte. Der erste schloß den Strom einer elektrischen Klingel. Auf das Glockenzeichen setzte sich der Beobachter in Bereitschaft. Gleich darauf öffnete der zweite Kontakt den Strom des Magneten, welcher den Schirm hält. Der Schirm fiel herab und gab das Beobachtungsfeld frei. Der dritte Kontakt ließ wiederum die Glocke ertönen als Signal für das Erscheinen der Reize. Darauf wurde durch den vierten Kontakt der Magnetstrom des Pendels geöffnet. Das Pendel fiel und die Reize erschienen. Die Adaptationszeit betrug vom Fallen des Schirmes bis zur Auslösung der Reize in allen Versuchen 5 Sekunden.

Die für den Anstieg des gesättigteren Grün von der Grundlage des weniger gesättigten gefundenen Werte sind in Tabelle VII und Kurve 18 (Fig. 10) zusammengestellt. Beim Zeitpunkt 1 war von dem gesättigteren Grün noch garnichts zu bemerken, bei den Punkten 2 bis 4 so wenig, daß ein Vergleich nicht möglich war. Vom Punkte 5 an sind die Beobachtungen sicher. Die Kurve zeigt die stärksten Oszillationen, die überhaupt beobachtet wurden. An den Punkten 12 und 22 sind die bekannten Erhebungen zu sehen. Das Maximum, das durch die direkte Methode nicht erreichbar war, wird wahrscheinlich wieder bei 300 σ liegen. Die Oszillationen sind aber nur deshalb stärker als in den andern Kurven, weil sie mit einem feineren Maße gemessen sind. Die Abstufungen des Normalreizes wurden durch einen grünen Episkotister bewirkt. Das Pigmentgrün hat aber dem spektralen Grün gegenüber nicht die gleiche Sättigung vermindernde Kraft, wie das Grau. Um das spektrale Grün um denselben Betrag zu entsättigen, muß man mehr Pigmentgrün beimischen als Grau. Dem Entsättigungswerte des beigemischten Lichtes sind die »Ergänzungsordinaten«, welche die Ordinaten der Kurve zur Höhe von 360° ergänzen, umgekehrt proportional. Wird die Entsättigung

[1]) Siehe die Abbildung und die Beschreibung des Apparates in Wundt, Phys. Psych. [5] III, S. 502 f. Eine ähnliche Anordnung verwandte auch Wirth zu seinen Nachbildversuchen, Philos. Stud. 17 und 18.



des Normalreizes durch einen grünen Episkotister besorgt, so müssen die Ergänzungsordinaten größer, die Ordinaten also kleiner und die Differenzen derselben, die Oszillationen, beträchtlicher ausfallen, als

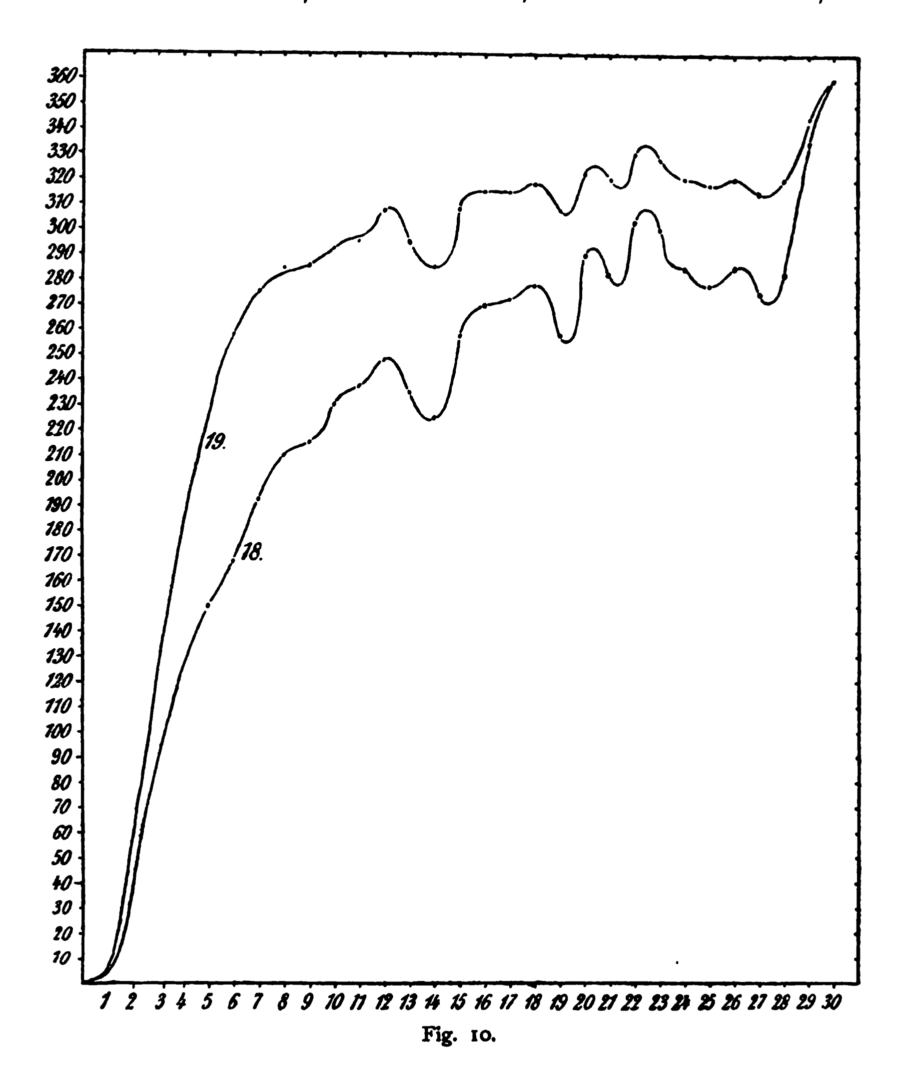


Fig. 10.

bei Benutzung eines grauen Episkotisters. Ersetzen wir also den grünen Episkotister durch einen grauen, so erhalten wir Kurve 19. Die Punkte 6 bis 20 dieser Kurve sind beobachtet. Aus ihnen ergibt sich, daß die Ergänzungsordinaten etwas über die Hälfte derjenigen

der vorigen Kurve betragen. Unter Zugrundelegung dieses Verhältnisses sind die Punkte 21 bis 30 berechnet. Diese Kurve ist mit demselben Maße gemessen wie Kurve 16, abgesehen davon, daß die Adaptation natürlich auch den Normalreiz beeinflußt. Die Oszillationen sind in Kurve 19 größer als in Kurve 16, aber nicht größer als in der entsprechenden Pigmentkurve. Sonst ist das Bild der Kurven 16 und 19 ein ziemlich ähnliches.

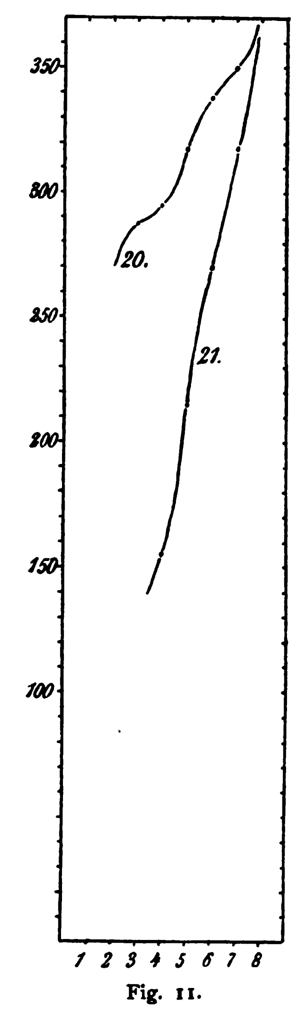


Fig. 11.

d. Der Sättigungsanstieg für Grün nach Adaptation auf Purpur.

Auf den Schirm und die Pendelsektoren wurde ein purpurnes Papier gespannt. Das transparente Grün wurde nach dem früher benutzten grauen Pigment auf einfache Helligkeit eingestellt. Dann wurde die Lampe soweit herabgelassen, daß das (an sich dunklere) purpurne Pigment dem Grün an Helligkeit gleich erschien. Die Helligkeitsgleichung zwischen zwei verschiedenen Farben herzustellen, ist auch für den Geübten nicht leicht. Wenn man aber außer den beiden Farben auch ihre Mischung zum Vergleiche heranzieht, ist das Verfahren weniger schwierig. Die Mischung des Grün und des Purpur war nicht absolut farblos, sondern zeigte einen minimalen Stich ins Gelbliche, der sich aber bei den Versuchen selbst in keiner Weise bemerkbar machte.

Die Beobachtungen, die in derselben Weise ausgeführt wurden, wie die vorigen, sind in Tabelle VIII zusammengestellt. Unter Verwendung eines purpurnen Episkotisters ergab sich Kurve 20 (Fig. 11). Die Punkte 1 und 2 waren nicht sicher zu beobachten. Beim Punkte 8 ist die Sättigung des Versuchsreizes bereits größer als 360°. Die Kurve konnte daher nicht weiter verfolgt werden. Bei den Punkten 1 und 2 erschien der Versuchsreiz grau, von Punkt 3

an grün. Das Hauptmerkmal der Kurve ist ihre außerordentliche Steilheit.

Kurve 21 (Fig. 11) zeigt dieselben Beobachtungen, gemessen mit einem grauen Episkotister, der in der Helligkeit mit dem Purpur übereinstimmt. Die Beobachtungen waren bei den kürzeren Zeiten weniger sicher. Das Verhältnis der Ergänzungsordinaten ist nicht vollkommen konstant. Es beträgt

bei	Punkt	4	1/3,15
»	»	5	1/3,4
»	»	6	1/4,0
»	»	7	1/4,2

Die beiden letzten Zahlen mögen wohl dem wirklichen Verhältnis der Entsättigungswerte entsprechen.

C. Der Anstieg einer Farbe von einer andern, nicht komplementären Farbe aus.

Wir wenden uns nunmehr der zweiten Form des qualitativen Erregungsanstieges zu, bei welchem von einer Farbe zu einer andern von gleicher Helligkeit übergegangen wird. Vergegenwärtigen wir uns das dreidimensionale System der Lichtempfindungen in Gestalt der Farbenkugel, so bewegen sich die bisher untersuchten Anstiege immer auf einem Durchmesser einer zur Schwarz-Weiß-Achse senkrechten Ebene. Die Oszillationen kann man sich dann als Longitudinalschwingungen vorstellen. Lassen wir aber eine Farbe, z. B. Rot ansteigen, nachdem das Auge auf eine andere, nicht komplementäre Farbe, z. B. Blau adaptiert ist (wobei wir die speziellen Sättigungsverhältnisse der beiden Farben zunächst außer Acht lassen können), so wird der Anstieg auf einer Linie erfolgen, die die sämtlichen Radien, auf welchen die verschiedenen Sättigungsstufen der Übergangstöne zwischen Blau und Rot liegen, kreuzt. Diese Linie würde, da das Farbenschema bekanntlich auf Grund des Mischungsgesetzes entworfen ist, eine Gerade sein, wenn die ansteigende Farbe in jedem beliebigen Zeitpunkte eine Qualität hätte, die man auch auf dem Farbenkreisel bei der für die Messung gewählten Beobachtungszeit durch Mischung der Ausgangs- und Endfarbe herstellen kann. Etwaige Oszillationen dürften dann aus dieser Linie nicht heraustreten. Nach unseren bisherigen Untersuchungen können wir aber auf das Erfüllt-

sein dieser sehr speziellen Bedingung von vornherein nicht rechnen. Sie würde ja einschließen, daß gewissermaßen die gesamte Masse der Farbenerregung, deren Verhältnis zur Quantität des gleichzeitigen farblosen Prozesses eben die Sättigung ausmacht, in jedem Momente dasjenige konstante Gesamtquantum darstellte, das bei längerer Betrachtung den verschiedenen Mischungen entspricht. Voraussichtlich werden die Oszillationen, die wir mit gutem Rechte auch hier erwarten dürfen, für die beiden Farbenprozesse, die sich gegenseitig ablösen, in der Richtung ihrer eigenen Sättigungsveränderung verlaufen, wie auch schon durch die sonst bekannten Erregbarkeitsveränderungen, z. B. die komplementären Nachbilder, nahe gelegt wird. Wir haben uns also das Anwachsen der Roterregung gegenüber der Blauerregung unter fortwährenden selbständigen Bewegungen in den Sättigungsrichtungen beider Farben zu denken, woraus sich gewissermaßen eine Kombination longitudinaler und transversaler Oszillationen ergeben würde. Während des Anstieges wird also nicht nur das Mischungsverhältnis von Blau und Rot, sondern auch die Sättigung dieser blau-roten Farbentöne beständig wechseln[1]). Dann werden wir, um für jede Zeit des Versuchsreizes eine Gleichung zu finden, den Normalreiz nach zwei Richtungen variieren müssen, einmal im Farbentone durch verschiedene Blau-Rot-Mischungen und zweitens in der Sättigung durch Beimischung von Grau bzw. einem höher gesättigten Blau oder Rot. Da aber solche Farben uns nicht zur Verfügung stehen, so werden wir den Verlauf nur so weit verfolgen können, bis der Versuchsreiz den Normalreiz von 360° Rot entweder an Sättigung oder an Röte oder in beidem übertrifft.

Der Schirm und die Pendelsektoren wurden mit dem früher benutzten blauen Pigment bespannt. Die Reize wurden durch das spektrale Rot gebildet. Beide Farben wurden auf die gleiche Helligkeit gebracht, die etwas geringer war, als die einfache Helligkeit. Vor dem Normalreiz kreiste ein Episkotister aus blauen und gleichhellen grauen Sektoren. Die Ausführung der Versuche geschah wie in den beiden letzten Abschnitten.

Beim Punkte 1 erschien der Versuchsreiz gleich einem Normalreiz

[1]) Wir haben hier bereits einiges aus dem Abschnitt D, wo von den Beziehungen unserer Kurven zu dem wirklichen Erregungsanstieg die Rede sein wird, vorausnehmen müssen.



von 40° Rot und 320° Blau, beim Punkte 2 gleich einem solchen von 120° Rot und 240° Blau. Beim Punkte 3 entsprach der Versuchsreiz nur im Farbenton einem Normalreize von 200° Rot und 160° Blau; dagegen war der Normalreiz gesättigter. Nunmehr trat die Graubeimischung in ihr Recht, und die Gleichung ergab sich bei einem Normalreiz von 185° Rot, 155° Blau und 20° Grau. In derselben Weise wurden die folgenden in Tabelle IX verzeichneten Werte gefunden.

Tabelle IX.

Versuchs-reiz	Zum Normalreiz wurden hinzugefügt:	
	Blau	Grau
1	320	—
2	240	—
3	155	20
4	90	10
5	55	30
6	40	25
7	40	—
8	20	10
9	15	20
10	—	10
11	10	10

Das Verfahren war äußerst schwierig. Selbst bei größter Übung gelang es oft erst nach stundenlangem Probieren, eine einigermaßen befriedigende Gleichung zu finden. Herrn Heyde gelang die Vergleichung überhaupt nur an solchen Punkten, bei denen eine Graubeimischung nicht erforderlich war. Dagegen bestätigte er an anderen Punkten, daß durch bloße Beimischung von Blau zum Normalreiz eine Gleichung nicht zu erzielen war, sondern daß der Normalreiz bei gleichem Farbentone stets gesättigter aussah. Vom Punkte 12 an war der Versuchsreiz gesättigter und röter als der Normalreiz ohne Episkotister. Demnach kommt die dem Reize vorangehende Blauerregung nach 30 Zeiteinheiten (der Dauer des Normalreizes) stärker zur Geltung als nach 12 und 13 Zeiteinheiten. Wir haben damit das Problem des Abklingens einer Farbenerregung berührt, auf das hier nicht weiter eingegangen werden soll. Diese Versuche zeigen nur, daß auch das Abklingen einen remittierenden Ver-

lauf hat, und daß die Oszillationen feiner sind, als man aus den bis jetzt angestellten Nachbildversuchen schließen kann.

Bei der enormen Schwierigkeit, eine Farbe durch gleichzeitige Variation sowohl nach der Richtung des Farbentones als auch nach der der Sättigung auf eine exakte Gleichung zu bringen, können diese Ergebnisse nur einen mehr oder weniger approximativen Wert haben. Wir begnügen uns deshalb damit, daß sie die obigen theoretischen Erörterungen im allgemeinen bestätigen, und wollen auf eine nähere Interpretation und die Darstellung in Kurvenform verzichten[1]).

Anhang I. Der Helligkeitsanstieg farbiger Reize.

Im Anschluß an die Versuche mit transparenten Farben wurden einige Untersuchungen über den Anstieg der Farbenerregung aus dem Dunkeln, also den Helligkeitsanstieg farbiger Reize angestellt. Dies ist das Problem, das alle Autoren, die bisher über den Erregungsanstieg im Sehorgan gearbeitet haben, allein berücksichtigten. Untersucht wurden Rot und Grün, die auf einfache Helligkeit eingestellt waren. Die Beobachtungen wurden nach Verdunkelung des Zimmers ausgeführt. Die Zeit zwischen dem Ausdrehen des Lichtes und der Darbietung der Reize betrug 3 Sekunden. Zur Bemessung dieser Zeit diente ein Metronom, das alle 3 Sekunden ein Glockenzeichen gab. Bei einem Glockenzeichen drehte der Experimentator die Nernstlampe aus, beim nächsten drückte der Beobachter auf den Stromschlüssel, der den Strom des Magneten öffnete und das Pendel fallen ließ. Da beide Personen sich schnell an den Rhythmus des Metronoms gewöhnten, war die Zeit genügend konstant. Vor dem Versuche adaptierte sich der Beobachter auf dem Grau des Schirmes. Zur Herstellung eines Fixierpunktes diente eine Glühlampe, die neben dem Spiegel dem Schirm gegenüber aufgestellt und ganz in einen schwarzen Kasten eingeschlossen war. In den Kasten wurde mit einer Stecknadel ein kleines Loch eingestochen und dieses mittels

[1]) Den hier geschilderten Versuchsbedingungen sind diejenigen in mancher Beziehung analog, die bei Untersuchungen der negativen Farbennachbilder auf solchen reagierenden Farben in Betracht kommen, die bei der Entstehung der Erregbarkeitsveränderung nicht beteiligt waren. Vgl. Wirth, Philos. Stud. 17 und 18.



einer Konvexlinse als ein kleiner leuchtender Punkt auf den Schirm projiziert. Ein schwarzer Episkotister vor dem Normalreize besorgte die Abstufung der Helligkeit, die ebenso wie die Sättigung nach Graden der Sektorenöffnung zu definieren ist.

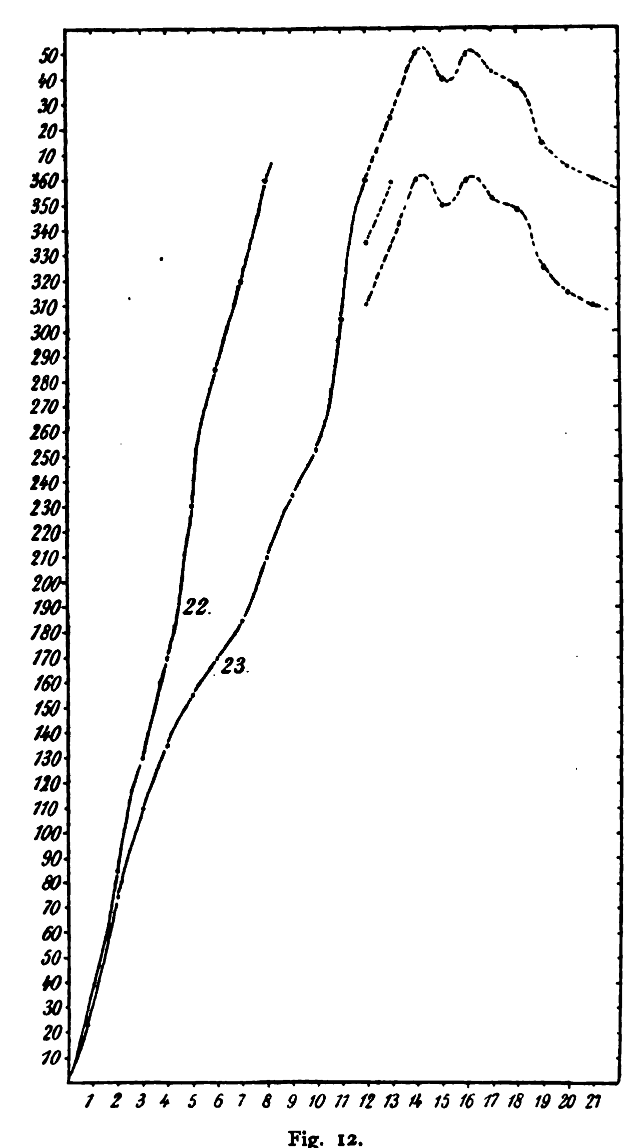


Fig. 12.

Untersucht man auf diese Weise den Helligkeitsanstieg für Grün mit einem Normalreiz von 30 Zeiteinheiten, so erhält man eine sehr steile Kurve (Kurve 22 in Fig. 12, Tabelle X), die sich vom Punkte 8 an der Meßbarkeit entzieht. Da bei der Steilheit des Anstieges das Maximum nicht weit von diesem Punkte zu vermuten war, wurde die Kurve noch einmal mit einem höherwertigen Normalreiz von 12 Zeiteinheiten aufgenommen (Kurve 23). Nachdem beim Punkte 12 die volle auf dem Normalreiz zu erzielende Helligkeit erreicht war, wurde die

Kurve nach dem oben (S. 116 f.) angegebenen indirekten Verfahren weiter verfolgt, und das Maximum bei 14 Zeiteinheiten (= ca. 127 σ) gefunden. Nach diesem Maximum folgt beim Punkte 16 noch ein zweiter ebenso hoher Gipfel, der aber bei der bedingten Gültigkeit des Verfahrens nicht außer Frage steht, und dann ein steiler Abfall, der beim Punkte 21 wieder in den Bereich des Normalreizes gelangt. Bei noch längeren Zeiten erschien der Versuchsreiz stets dunkler als ein Normalreiz von 360°. Die Kurve zeigt deutliche Schwingungen, aber vor dem Maximum keine absoluten Remissionen.

Bei diesen Versuchen erschien immer der länger dauernde Reiz in größerer Sättigung, auch nachdem das Maximum der Helligkeit längst überschritten war. Häufig sah er auch etwas gelblicher aus, als der andere. Sättigungsanstieg und Helligkeitsanstieg sind demnach in hohem Grade voneinander unabhängig.

Die Vergleichung der Helligkeiten wurde durch die verschiedene Sättigung kaum beeinträchtigt. Die Unterschiedsempfindlichkeit ist für Intensitäten farbiger Lichter nicht so fein wie für Sättigungen. Nach unsern Erfahrungen scheint sie aber größer zu sein, als König und Brodhun[1]) angeben, die die relative Unterschiedsschwelle für Grün = 1/50,8, für Rot = 1/48,5 bestimmten.

Den Helligkeitsanstieg des Rot zeigt Kurve 24 (Fig. 13), die ebenfalls mit einem Normalreiz von 12 Zeiteinheiten gemessen ist. Der Anstieg zeigt flache Wellen. Das Maximum — durch das indirekte Verfahren bestimmt — liegt beim Punkt 15 (= 136 σ). Darauf ein steiler remittierender Abfall. Wir haben alle Ursache, anzunehmen, daß die Maximalzeit für Grün und Rot dieselbe ist (ca. 130 σ). Auch hier zeigte sich das verschiedene Verhalten von Helligkeit und Sättigung.

Diese Ergebnisse stehen in vollkommener Übereinstimmung mit denjenigen Mc Dougalls[2]), der nach einer Methode, die im Prinzip derjenigen Exners nachgebildet war, die »Aktionszeiten« für homogenes farbiges Licht bestimmte. Mc Dougall fand die Aktionszeit für Rot, Grün und Blau so gut wie gleich, dem absoluten Werte nach für höhere Intensitäten etwa 100 σ, für niedrigere etwa 135 σ. Auch Dürr[3]) fand für die verschiedenen Farben die gleiche Maximalzeit. Die

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psych. [5] I, S. 529 f.

[2]) The variation of the intensity etc., S. 189.

[3]) a. a. O.

absoluten Werte Dürrs sind allerdings wegen der völlig anderen Helligkeits- und Adaptationsverhältnisse mit den unsrigen nicht vergleichbar.

Anhang II. Die Zeitschwelle der Farbempfindung.

An dieser Stelle seien noch einige Versuche erwähnt, die wir über diejenige kürzeste Zeit angestellt haben, die erforderlich ist, damit ein farbiger Reiz überhaupt eine Empfindung auslöst. Wir geben diese Versuche im Anhang wieder, weil sie eigentlich ein Problem für sich bilden, das mit eigenen Methoden in Angriff genommen werden muß, und auf das wir uns nur so weit einlassen konnten, als mit unserer Versuchsanordnung möglich war. Die der Methode anhaftenden Fehlerquellen sind vielleicht nicht unerheblich. Da sie aber vermutlich in allen Versuchen konstant sind, so sind die Ergebnisse immerhin untereinander vergleichbar.

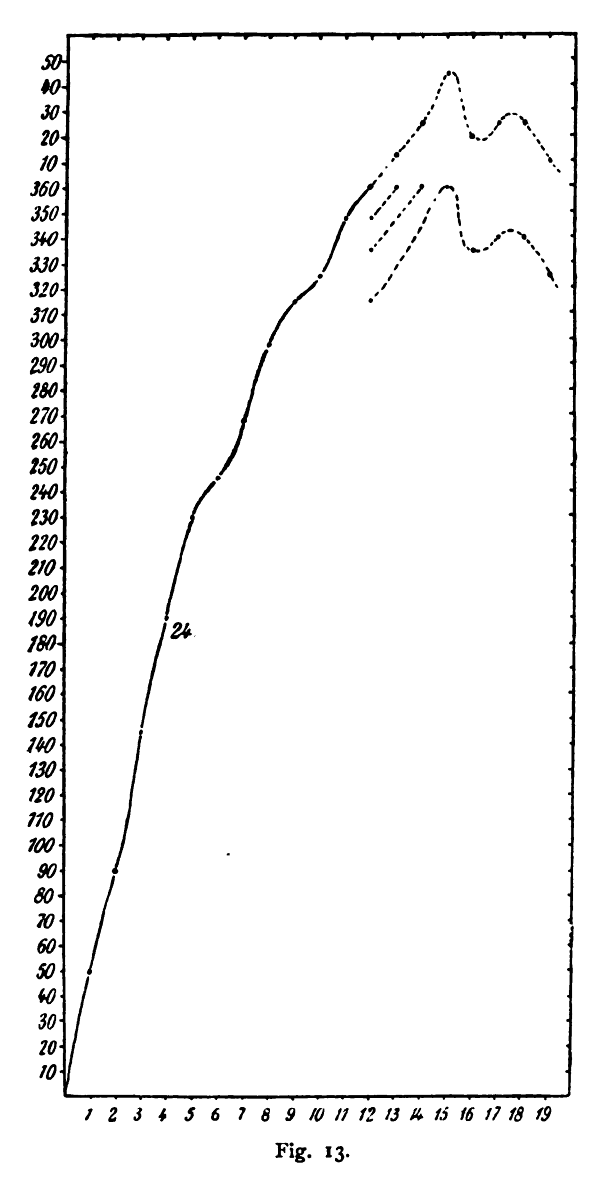


Fig. 13.

Auf dem Pendeltachistoskop wurde in der Mitte des Bogens, wo die Skalenteile am breitesten sind (ca. 1 cm), einer derselben in zehn gleiche Teile geteilt und dadurch eine Expositionszeit von 0,9 σ an ermöglicht. Die Versuche wurden mit Pigmenten (natürlich ohne Graubeimischung) und mit transparenten Lichtern angestellt, die auf dem Grunde des gleichhellen Grau erschienen. Die Zeiten wurden in Stufen von 0,9 σ variiert. Der Beobachter hatte auszusagen, ob er etwas Farbiges gesehen hatte oder nicht. Nun war der Spalt im Tachistoskop in den meisten Fällen kleiner als das Fenster im Spiegel. Der Reiz wurde infolgedessen durch das Beobachtungsfeld bewegt und in Wirklichkeit dem Auge länger dargeboten, als beabsichtigt war. Es zeigte sich aber, daß der Reiz bei kurzen Expositionszeiten keineswegs auf der ganzen dem Fenster entsprechenden Netzhautstelle empfunden wurde, sondern die Farbe erschien, wenn der rechte Rand des Feldes fixiert wurde, zuerst am linken Rande, also außerhalb der Fovea, um sich erst bei erheblich längeren Zeiten weiter nach dem Fixierpunkte zu auszubreiten. Die Schwelle war für unsere Versuche überschritten, wenn links vom Fixierpunkte ein schmaler, oft bogenförmig gekrümmter Streifen von eben erkennbarer Farbigkeit aufblinkte. Von einer Bewegung des Reizes über das Gesichtsfeld war in der Regel nichts oder nur wenig zu bemerken, dagegen war die geringe Ausdehnung desselben zweifellos von Nachteil für die Beobachtungen.

Die gefundenen Minimalzeiten, bei denen eben eine Spur von Farbigkeit bemerkt wurde, sind folgende:

1) Grün (Pigment):

a. bei einfacher Helligkeit:

Verf.	2,7 σ
Dr. Büchner	3,6 σ
Heyde	2,7 σ

b. bei vierfacher Helligkeit:

Verf.	2,7 σ
Dr. Büchner	3,6 σ
Heyde	2,7 σ

2) Rot (Pigment):

a. bei einfacher Helligkeit:

Verf.	1,8 σ
Dr. Büchner	3,6 σ
Heyde	1,8 σ

b. bei vierfacher Helligkeit:

Verf.	1,8 σ
Dr. Büchner	2,7 σ
Heyde	1,8 σ

3) Blau (Pigment):

a. bei einfacher Helligkeit:

Verf.	3,6 σ
Dr. Büchner	3,6 σ
Heyde	4,5 σ

b. bei halber Helligkeit:

Verf.	2,7 σ
Dr. Büchner	3,6 σ
Heyde	2,7 σ

4) Gelb (Pigment) bei doppelter Helligkeit:

Verf.	10,0 σ
Tanahashi	12,7 σ

5) Grün (spektral) bei einfacher Helligkeit:

Verf.	2,7 σ
Heyde	2,7 σ

6) Rot (spektral) bei einfacher Helligkeit:

Verf.	1,8 σ
Heyde	0,9 σ

Daß der reizbarste Teil der Netzhaut nicht dem Fixierpunkte entspricht, ist längst bekannt[1]). Neuerdings hat Hess[2]) speziell für die zeitlichen Verhältnisse gezeigt, daß der Erregungsverlauf in der Fovea ein trägerer ist als außerhalb derselben[3]). Am leichtesten spricht

[1]) Vgl. Exner a. a. O. S. 628. Desgl. Helmholtz, Physiol. Optik 1. Aufl. S. 420, 2. Aufl. S. 568.

[2]) a. a. O.

[3]) Vgl. auch L. W. Stern, Psychologie der Veränderungsauffassung, Breslau 1898. S. 183.

offenbar derjenige Teil der Netzhaut an, der die Zentralgrube ringförmig und ziemlich scharf umgrenzt. Für diesen Bezirk gelten die obigen Werte. Würde man ein größeres Feld vollkommen momentan eine entsprechende Zeit exponieren, so würde man wahrscheinlich einen Ring oder wenigstens einen ausgesparten Fleck erblicken, welcher der eigenen Fovea entspricht.

Sehen wir von den individuellen Differenzen ab, die wahrscheinlich auf Unterschieden in der Übung und der Disposition der Aufmerksamkeit beruhen, so ergibt sich aus den Versuchen

1) daß die Zeitschwelle für Blau bei geringerer Helligkeit niedriger ist, als bei größerer, entsprechend der im Purkinjeschen Phänomen zum Ausdruck kommenden Tatsache, daß Blau bei geringerer Helligkeit relativ wirksamer ist als bei größerer,
2) daß die Zeitschwelle für Gelb außerordentlich hoch liegt (man vergleiche damit den Anfangsteil der Gelb-Kurven),
3) daß spektrale Farben sich nicht wesentlich anders verhalten als gute Pigmentfarben.

Die Versuche wurden auch bei Verdunkelung des Zimmers ausgeführt in der in Anhang I beschriebenen Weise. Dabei erschien Rot bereits nach 0,9 σ für alle Beobachter in schöner Farbigkeit. Bekanntlich hat spektrales Rot die empfindlichste Farbenqualität, indem bei ihm im allgemeinen Farben- und Lichtschwelle übereinstimmen[1]). Anders verhielt sich Grün. Für Herrn Heydes Auge erschien es nach 0,9 σ farblos, von 1,8 bis 5,4 σ blau, bis ca. 12 σ blaugrün, von da ab grün. Ich selbst sah es von 0,9 bis 18,0 σ nicht anders als blaugrün, das allerdings bei kürzeren Zeiten etwas mehr zu Blau, bei längeren zu Grün hinneigte. Bietet man einen grünen Reiz von 15 bis 20 σ in kurzen Zwischenräumen häufig hintereinander dar, indem man das Pendel einfach hin- und herschwingen läßt, und läßt man während dessen die Nernstlampe allmählich anbrennen, so sieht man, wie das Blaugrün in dem Maße, wie es im Zimmer heller wird, allmählich in reines Grün übergeht.

Diese Versuche können wegen der ungeeigneten Beschaffenheit der Versuchsanordnung keinen Anspruch auf große Genauigkeit machen. Eine exakte Bestimmung ist nur möglich, wenn man über

---

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psychol. [5] II, S. 176 f.

einen Apparat verfügt, der ein absolut momentanes Erscheinen und Verschwinden eines nicht zu kleinen Beobachtungsfeldes gestattet, und der eine Zeitvariation in kleineren Stufen als um je 0,9 σ zuläßt. Bedingung ist außerdem, daß der Beobachter in völliger Unwissenheit darüber ist, welche Farbe man ihm darbieten wird. Wir konnten auch dieser Forderung nicht nachkommen, weil die Schwellenversuche wegen des stets vorzunehmenden Wechsels der grauen Papiere nur im Anschlusse an die Hauptversuche mit den betreffenden Farben ausgeführt werden konnten. Endlich wird man die Versuche mit einer größeren Zahl von Beobachtern anstellen müssen, um die persönlichen Differenzen nach Möglichkeit auszuschalten.

D. Das Gesamtergebnis.

Wir haben am Eingange dieser Arbeit hervorgehoben, daß die Kurven nicht den Erregungsanstieg selbst veranschaulichen, sondern daß sie nur angeben, wie sich die Sättigung zu den Expositionszeiten des Reizes verhält. Wie weit dürfen wir nun aus diesen Kurven aut die wirklichen Erregungsvorgänge im Sehnervenapparate, denen wir die Empfindungen proportional setzen[1]), zurückschließen? Sicher ist zunächst, daß die Farbigkeit, in der ein Reiz erscheint, nicht allein von seiner objektiven Sättigung und seiner Einwirkungszeit abhängt, sondern daß das Sehorgan dem Reize einen dritten Faktor entgegenbringt, der für die Oszillationen verantwortlich zu machen ist, und auf den wir im letzten Abschnitte dieser Arbeit, der einer theoretischen Betrachtung gewidmet ist, zurückkommen werden. Wenn ein längerer Reiz eine schwächere Empfindung hervorruft als ein kürzerer, so ist damit allerdings noch nicht erwiesen, daß diese schwächere Empfindung vor dem Abschnitt einmal stärker gewesen, daß sie also in einer Phase des Abklingens getroffen ist. Würden wir uns aber vorstellen, die Empfindungswerte, die in Fig. 14 durch die Ordinaten *a*, *b*, *c* repräsentiert werden, würden unabhängig voneinander etwa durch die Anstiegskurven *a'*, *b'*, *c'* erreicht, so begegnete die Frage, warum die Empfindung *b* schwächer ist als die Empfindung *a*, den größten theoretischen Schwierigkeiten. Jener dritte Faktor, der den Reiz *b* ungesättigter erscheinen läßt als den Reiz *a*, kann seine Wirk-

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psych. [5] II, S. 196.

samkeit natürlich erst da entfalten, wo der Reiz *b* anfängt den Reiz *a* zu überdauern. Wenn wir auch nicht wissen, wie die Empfindungen sich zeitlich zu den Reizen verhalten und in welcher Weise etwa der Totaleffekt des Reizes durch die zeitliche Differenz kompliziert wird, so müssen wir doch schlechterdings annehmen, daß die Kurven *a'* und *b'* wenigstens zu einem Teile zusammenfallen. Das bedeutet aber für *b'* eine Remission, gleichgültig an welchem Punkte die Kurven sich trennen, und da wir vermuten dürfen, daß der Einfluß der zeit-

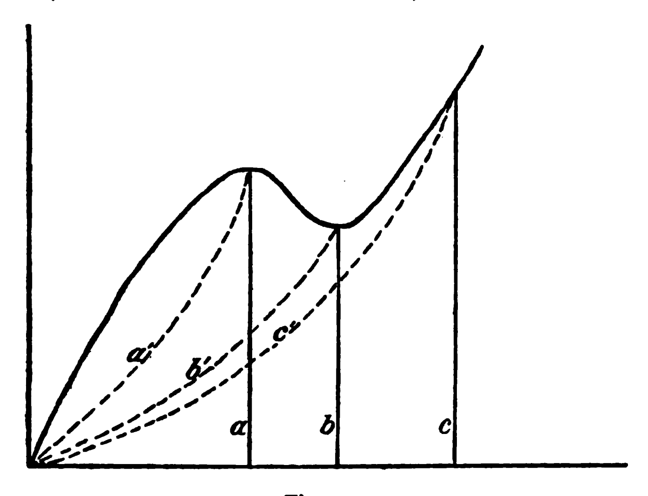


Fig. 14.

lichen Differenz entweder konstant oder den meßbaren Werten proportional sein wird, so können wir schließen, daß auch der wirkliche Erregungsanstieg oszillatorisch verläuft, und daß unsere Kurven — abgesehen von gleich zu erwähnenden anderen Fehlermöglichkeiten — höchstens ein mehr oder weniger verschobenes Bild der idealen Kurven sind. Daß der Erregungsanstieg tatsächlich oszillatorisch von statten geht, beweisen außerdem die Versuche mit bewegten Bildern, die von Charpentier, Hess, Mc Dougall und Büchner angestellt worden sind. Wenn diese Versuche auch nicht das vorliegende Problem behandeln, so würden sie doch ohne Zweifel hier zu einem analogen Resultate führen. Übrigens geben auch diese Versuche kein getreues Bild des wirklichen Erregungsverlaufes, weil Kontraste zwischen den nebeneinander ausgebreiteten Phasen eine Rolle spielen.

Wir müssen uns ferner Rechenschaft darüber geben, wie der Maß-

stab, mit dem wir die Kurven gezeichnet haben, sich zu den beobachteten Empfindungsgrößen verhalten kann. Das Verhältnis zwischen Empfindungen und objektiven Reizgrößen ist heute noch eine offene Frage. Das Problem gestaltet sich aber noch verwickelter, da ja der Normalreiz dem erwähnten dritten Einflusse von seiten des Organes ebensowohl unterworfen ist, wie der Versuchsreiz. Wenn die Kurven für sämtliche Sättigungen symmetrisch bzw. parallel verliefen, so hätten wir nur mit dem psychophysischen Problem zu rechnen. Nun kann aber die Kurve einer Sättigung *a* beim Zeitpunkte 30 (der Dauer des Normalreizes) gerade eine Remission erleiden, während die Kurve einer anderen Sättigung *b* gerade eine Erhebung hat. Eventuell können sogar die Kurven *a* und *b* sich kreuzen nach Analogie der Kuren 1 und 3, und die Folge ist, daß die subjektiven Sättigungen in umgekehrter Reihenfolge stehen, wie die objektiven. Dann ist das Bild der Kurve, in der solche Ordinaten zur Verwendung gelangen, ein verschobenes. Aber dieser Einfluß erstreckt sich nur auf die absoluten Größen der Ordinaten und ihrer Höhendifferenzen. Bestehende Sättigungsunterschiede der Versuchsreize können nur verkleinert oder vergrößert, niemals aber ganz verwischt oder gar umgekehrt werden. Denn wenn ein Versuchsreiz einem bestimmten Normalreiz gleich erscheint, und der nächstfolgende Versuchsreiz erscheint etwas gesättigter als derselbe Normalreiz (s. oben S. 127 f.), so muß der Normalreiz zur Herstellung der Gleichung gesättigter gemacht werden. Nun ist es denkbar, daß die Kurve der nächst höheren Sättigung beim Punkte 30 gerade die Kurve der vorhergehenden Sättigung nach unten kreuzt. Dann wird dieser Normalreiz erst recht ungesättigter erscheinen als der Versuchsreiz. Dann muß eventuell die objektive Sättigung des Normalreizes viel bedeutender gesteigert werden, als dem geforderten Plus an Empfindung entsprechen würde, und die Folge ist, daß der Höhenunterschied der beiden die Sättigung der Versuchsreize angebenden Ordinaten zu groß ausfällt. In analoger Weise kann er auch zu klein geraten.

Kommt also ein vorhandener Sättigungsunterschied der Versuchsreize in der Kurve auf jeden Fall in Form eines gleichsinnigen Höhenunterschiedes der Ordinaten, der nur in seinem absoluten Betrage vom Normalreiz gefälscht sein kann, zum Ausdruck, so sind die Kurven in dreifacher Beziehung vom Normalreiz unabhängig: erstens

in dem Vorhandensein absoluter Remissionen, zweitens in der Existenz von Höhenunterschieden zwischen den relativen und absoluten Maximis und damit drittens in der Lage der Maxima.

Wenn ein Versuchsreiz von bestimmter Dauer einem Normalreize von bestimmter Sättigung gleicht, und wenn ein etwas längerer Versuchsreiz weniger gesättigt erscheint als derselbe Normalreiz, so ist damit eine absolute Remission erwiesen, die vom Normalreiz nur in der Größe, die sie in der Kurve einnimmt, beeinflußt sein kann. Sind aber die absoluten Remissionen sicher, dann ist die Existenz relativer Remissionen, die auch, ohne daß sie im Normalreize schon vorausgesetzt wären, lediglich durch eine Improportionalität von Reiz und Empfindung hervorgerufen sein könnten, im allerhöchsten Grade wahrscheinlich.

Wenn ferner in einer Kurve, z. B. Kurve 13, der Versuchsreiz beim Punkte 22 eine Sättigung von 197,5° des Normalreizes hat, und wenn er beim Punkte 32 gesättigter erscheint als derselbe Normalreiz und die hier erreichte Sättigung nicht wiederkehrt, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß beim Punkte 22 ein relatives, beim Punkte 32 das definitive Maximum liegt. Damit ist aber auch die Lage der Maxima unverrückbar.

Der täuschende Einfluß des Normalreizes erstreckt sich also nur auf die weniger bedeutenden Einzelheiten in der Gestalt der Kurven. Es wäre sonst auch zu verwundern, daß ihre so außerordentlich unregelmäßige Form so allgemeingültig für alle Beobachter ist.

Endlich ist für die Gestalt der Schwingungen auch die Lage der beobachteten Punkte maßgebend. Nehmen wir einmal an, Kurve 1 sei ein genaues Bild des Erregungsanstieges, verschieben wir dann die beobachteten Punkte überall um ihre halbe Entfernung voneinander und verbinden sie wieder, so fallen die einzelnen Schwingungen viel flacher aus, und einige kleine Remissionen, z. B. die beim Punkte 9, verschwinden gänzlich.

Neben diesen Fehlerquellen ist schließlich noch an die Möglichkeit einer Beeinflussung der später gereizten Netzhautstelle durch die früher gereizte zu denken, die natürlich, wenn sie überhaupt vorhanden ist, bei verschiedenen Differenzen der Reizzeiten verschieden ausfallen muß. Dadurch können eventuell die charakteristischen Eigentümlichkeiten im Anfangsteile der Kurven verwischt werden.

Wenn wir aus unsern Resultaten die wesentlichen herausgreifen, die von den Fehlerquellen, die der Methode notwendig anhaften, nicht berührt werden, so können wir über den wirklichen Erregungsanstieg im Sehorgan folgendes aussagen:

1) Der Anstieg der reinen Farbenerregung bei konstanter Helligkeit verläuft ausgesprochen remittierend. Er ist in seinen Haupteigenschaften vom Farbentone und innerhalb ziemlich weiter Grenzen auch von der Sättigung unabhängig. Auch ist zwischen kontinuierlicher und intermittierender, in der Empfindung verschmelzender Reizung kein Unterschied nachweisbar. (In den Kurven 16 und 17 sind die Oszillationen zwar schwächer ausgesprochen, in Kurve 18 und 19 jedoch wieder sehr stark.)

2) Bei größerer Helligkeit ist der Anstieg rascher und steiler. Die Maximalzeit ist stufenweise mit der Helligkeit veränderlich. Bei zunehmender Helligkeit erhebt sich an einem früheren Punkte des Verlaufes zunächst ein relatives Maximum, das auf einer bestimmten Helligkeitsstufe zum definitiven wird, während das frühere definitive Maximum als ein relatives bestehen bleibt. Die so ausgezeichneten Punkte liegen innerhalb der hier verwandten Helligkeiten bei größeren Sättigungen bei 100 und 300 σ, bei geringeren Sättigungen bei 100, 200 und 300 σ, doch ist bei den geringeren Sättigungen des grünen und des gelben Pigmentes ein Maximum bei 200 σ nicht nachgewiesen.

3) Infolge der Remissionen und der verschiedenen Steilheit des Ansteigens kann eine objektiv geringere Sättigung bei derselben Zeit gesättigter erscheinen als eine objektiv größere.

4) Die Anstiege verschiedener Farben in verschiedenen Sättigungen und bei verschiedenen Helligkeiten stimmen, abgesehen von der Lage der Maxima, in einigen charakteristischen Eigentümlichkeiten überein. So findet sich die absolute Remission beim Zeitpunkte 7 in gleicher Weise in den Kurven 3, 6 und 14, ferner die Remission beim Punkte 9 in den Kurven 1, 8, 9 und annähernd auch in den Kurven 6 und 15. In andern Kurven finden sich an diesen Stellen starke relative Remissionen, die zum Teil daher rühren können, daß durch eine ungeeignete Lage der beobachteten Punkte absolute Remissionen überbrückt worden sind; so beim Punkte 7 in Kurve 16, beim Punkt 9 in Kurve 2, 3, 18 und 19.

5) Der Anstieg einer Farbe von einer andern, nicht komplementären Farbe aus remittiert sowohl in der Richtung des Farbentones wie in der der Sättigung.

6) Der Helligkeitsanstieg farbiger Reize bietet gänzlich andere Verhältnisse dar als der Sättigungsanstieg. Er weist vor dem Maximum zwar Oszillationen, aber keine absoluten Remissionen auf, und das Maximum liegt an einer Stelle, die für den Sättigungsanstieg nicht besonders ausgezeichnet ist. Der Sättigungsanstieg ist neben dem Intensitätsanstieg bemerkbar, indem die Farbe noch an Sättigung zunimmt, nachdem sie das Maximum der Helligkeit bereits überschritten hat. Die Maximalzeit beträgt bei der hier verwandten Helligkeit und unter den beschriebenen Versuchsbedingungen für Rot und Grün in ziemlich übereinstimmender Weise ca. 130 σ. Der intensive und der qualitative Erregungsanstieg sind demnach entweder gänzlich oder doch in hohem Grade voneinander unabhängige Prozesse.

Wie verhalten sich nun diese Resultate zu denjenigen anderer Autoren? Es kommen zunächst die neuesten Versuche über das Ansteigen der Helligkeitserregung von Büchner in Betracht. Büchner beobachtete ebenfalls Oszillationen, aber vor dem Maximum keine absoluten Remissionen. Bei der regelmäßigen Form seiner Kurven (bei deren Zeichnung allerdings durch zuweitgehende Ausgleichung die Genauigkeit etwas beeinträchtigt ist), ist nicht anzunehmen, daß die Schwingungen etwa durch den Normalreiz vorgetäuscht sind, zumal der täuschende Einfluß des Normalreizes um so geringer sein muß, je glatter die Kurve verläuft, d. h. je mehr sie sich der Proportionalität zur Zeit nähert. Das eigentümliche Rangieren des Maximums ist für die reine Helligkeitserregung nicht nachgewiesen. Die Büchnerschen Kurven fallen sofort nach dem Maximum steil ab. Hierin, sowie in dem Fehlen absoluter Remissionen vor dem Maximum stimmt der reine Helligkeitsanstieg vollständig mit dem Helligkeitsanstieg der Farben überein. In beiden ist außerdem die Maximalzeit von der Reizintensität abhängig und sie ändert sich entweder stetig oder nur in kleinen Stufen mit derselben (Mc Dougall).

Versuche über oszillatorische Erregungsvorgänge sind neuerdings von verschiedenen Seiten mitgeteilt worden[1]). Charpentier und

[1]) Siehe auch Nagels Handbuch der Physiologie III, S. 222 f.

Hess weisen mit Hilfe bewegter Bilder Oszillationen nach, die entweder den stetigen Erregungsablauf unterbrechen oder nach einmaliger momentaner Reizung auftreten. Diese Oszillationen liegen aber hinter dem Maximum, haben also mit dem eigentlichen Erregungsanstieg nichts zu tun. Charpentiers Schwingungen haben eine Periode von 1/30 bis 1/35 Sek. Unsere Versuche lassen derartige zeitliche Verhältnisse nicht erkennen. Mc Dougall[1]) beobachtete am ruhenden Bilde eine oszillatorische Entwicklung auch des allerersten Stadiums der Erregung, jedoch ohne daß seine mit großen technischen Schwierigkeiten verknüpfte Methode eine genauere quantitative Bestimmung des Phänomens gestattete. Für das Getrenntsein des qualitativen und intensiven Erregungsvorganges sprechen einige Versuche von Hess, die neben Oszillationen in der Helligkeit auch solche in der Sättigung der Farben ergaben.

E. Theorie des Erregungsanstieges im Sehorgan.

Der Reiz, der das Sehorgan trifft, ruft in der nervösen Substanz Veränderungen hervor, welche wir Erregung nennen, und welche die physiologische Grundlage unserer Empfindungen sind. Die Erregung ist mit einem Stoffverbrauch, einem Freiwerden von Arbeit verknüpft, und da dieser Vorgang, wenn er nicht zu einer Destruktion des Nerven führen soll, eine Grenze haben muß, so tritt eine entgegengesetzte Reaktion auf — wir nennen sie kurz »Hemmung« — welche dadurch, daß sie die frei gewordene Arbeit wieder zu binden strebt, den Reiz hindert, die Erregung über ein gewisses Maß zu steigern, und die die Erregbarkeit des Organs nach Aufhören der Reizung bestimmt[2]). Das gegenseitige Verhältnis dieser beiden Prozesse könnte man sich am einfachsten in der Weise vorstellen, daß die Erregung sich zunächst unter der Einwirkung des Reizes frei entwickelt, daß sie dann aber auf die Hemmungsreaktion stößt, die das Maximum bestimmt und die Erregung (wenigstens annähernd) stationär werden

[1]) The sensation excited etc.

[2]) Wenn wir von Erregungs- und Hemmungsvorgängen sprechen, so bedeutet das natürlich nur eine Namengebung, keine Erklärung. Die Natur dieser Prozesse ist uns vollkommen unbekannt. Deshalb sind diese symptomatischen Bezeichnungen anderen wie »Zersetzung und Regeneration« oder »Dissimilation und Assimilation« vorzuziehen (vgl. auch Wundt, Phys. Psych. [5] I, S. 78 f.).

läßt. Die älteren Darstellungen des Anstieges drängen zu dieser Auffassung. Neuerdings vertritt sie v. Kries in Nagels Handbuch der Physiologie (III, S. 227):

»Da die Empfindung jedenfalls nicht mit absoluter Genauigkeit im Moment des Reizanfanges auf einen bestimmten und definitiven Wert sich einstellen oder im Moment der Reizunterbrechung wieder auf einen andern momentan zurückgehen wird, so muß man sich die Einwirkung des Reizes als ein die nervösen Vorgänge in einem Sinne veränderndes Moment denken, während anderseits nach Unterbrechung des Reizes in irgend einer durch die Natur des Sinnesorgans bestimmten Weise jener Vorgang nachläßt und zu Ende geht. Hieraus folgt, was von allgemeiner Wichtigkeit ist, daß wir uns den bei einer gleichmäßigen Belichtung stattfindenden Zustand einer (annähernd) konstanten Empfindung als das Gleichgewicht entgegengesetzter Einflüsse denken müssen, des die Empfindung steigernden, welcher in der Einwirkung des Reizes gegeben ist, und eines entgegengesetzten (seiner Natur nach uns nicht genauer bekannten), welcher das Absinken bei Unterbrechung des Reizes herbeiführt und in seinem Verlaufe bestimmt.«

Eine ähnliche, allerdings sehr hypothetische Anschauung entwickelt Lehmann[1]). Die photochemische Wirkung, die das Licht auf die Netzhaut ausübt, dringt bis zu einer gewissen Tiefe vor, und da das Licht geschwächt wird, indem es in die lichtempfindliche Schicht eindringt, wird auch die photochemische Wirkung um so schwächer, je tiefer das Licht eindringt. In irgend einer Tiefe muß sie so gering geworden sein, daß der Stoffwechsel imstande ist, ihr das Gleichgewicht zu halten, da statt des verbrauchten Stoffes stets neuer zugeführt wird. »Ist dieser Zustand des Gleichgewichts eingetreten, so kann die Wirkung nicht tiefer dringen, und mithin wird auch die Empfindung ihr Maximum erreicht haben, indem wir voraussetzen, daß die Empfindung der Tiefe der photochemischen Wirkung proportional ist.« Die Tatsache, daß stärkere Reize schneller das Maximum der Erregung hervorrufen als schwächere, erklärt Lehmann damit, daß auch der

[1]) »Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände«, deutsch von F. Bendixen, Leipzig 1901, II, S. 91 ff.

Stoffwechsel um so lebhafter ist, je größer die Reizung ist, und daß dadurch das Eindringen der Wirkung schneller seine Grenze erhält.

Nach der Vorstellung v. Kries' und Lehmanns würde sich das Sehorgan dem Reize gegenüber in hohem Grade passiv verhalten. Unsere Ergebnisse sprechen aber entschieden dagegen, daß die Einwirkung des Reizes ein die nervösen Vorgänge in einem Sinne veränderndes Moment ist, während der entgegengesetzte Prozeß nur der Erregung zeitweise die Wage hält und erst nach Unterbrechung des Reizes in sein eigentliches Recht tritt. Die Remissionen in den Kurven lassen keine andere Deutung zu, als daß sie durch den Hemmungsprozeß hervorgerufen sind. Sie sind gewissermaßen Rudimente von Nachbildern, die in den stetigen Erregungsablauf eingesprengt sind. In den Versuchen von Charpentier und Hess erreichen diese Rudimente eine recht ansehnliche Größe. Das paradoxe Verhalten des Grün von größerer Sättigung gegenüber dem von geringerer ist nur so zu erklären, daß die gesättigtere Farbe sofort eine stärkere Hemmung auslöst, während die weniger gesättigte sich zunächst freier entwickelt, die Hemmung dagegen erst später, aber um so nachhaltiger einsetzt. Die flachen Oszillationen der Büchnerschen Kurven stammen offenbar aus derselben Quelle. Demnach ist jede Lichterregung imstande, eine konträre Reaktion im Sehorgan auszulösen, die sie selbst um einen gewissen Betrag schwächt. Oder von der anderen Seite betrachtet: das Sehorgan verhält sich dem antreffenden Reize gegenüber aktiv; es modifiziert die Erregung in einer der Art des Reizes entgegengesetzten, zu ihr gelegentlich paradox erscheinenden Weise. Wenn man allein die Oszillationen berücksichtigt, so kann man sich vorstellen, daß die Hemmung immer dann, wenn die Erregung eine bestimmte Stärke erreicht hat, sich geltend macht, indem sie dieselben für einen Augenblick mehr oder weniger unterdrückt, um dann aber von der Erregung, die unter der Einwirkung des Reizes wächst, wieder überwunden zu werden, und so fort, bis die Hemmung stark genug geworden ist, um ein weiteres Anwachsen der Erregung zu verhindern. Nun taucht aber die Frage auf: an welchem Punkte beginnt in Kurve 1 die Hemmung, die sie unter die Kurve 3 hinabdrückt? Eine andere Schwierigkeit erwächst jener Vorstellung aus der Tatsache, daß das Auge nie vollkommen in Ruhe

ist. Erregungs- und Hemmungsvorgänge spielen sich schon vor Beginn der Reizung im Sehnervenapparate ab[1]). Wenn dann beim Eintritt des Reizes die Erregungsvorgänge in einer bestimmten Richtung beschleunigt werden, so müssen sie zunächst die bestehende Hemmung überwinden — im Prinzip derselbe Vorgang, als wenn sich die Erregung nach einer Remission wieder erhebt. Damit ist aber die Hemmung hinreichend ausgelöst, um auch ihrerseits anzuwachsen. Die Hemmung kann demnach etwa als eine Reaktion auf die Erregung betrachtet werden, wie diese als eine solche auf den physikalischen Reiz. Wir müssen uns aber vorstellen, daß beide Reaktionen zeitlich vollkommen zusammenfallen, da die Erregung gleichsam keinen freien Spielraum hat, in dem sie sich allein entfalten könnte, ohne an der Hemmung einen Widerstand zu finden. Indem die Hemmung die Erregung von Anbeginn der Reizung begleitet, beschränkt sie sie in gewissem Grade, und da beide offenbar nicht gleichförmig anwachsen, so geraten sie in alternierende Oszillationen. Der Nervenprozeß, welcher der Empfindung zugrunde liegt, ist also eine Resultante aus der unmittelbaren Einwirkung des Reizes auf die nervöse Substanz und dem aktiven Verhalten derselben dem Reize gegenüber. Unsere Kurven sind das Bild eines Kampfes dieser entgegengesetzten Einflüsse, die sich erst im späteren Verlaufe der Reizung annähernd ins Gleichgewicht setzen. Vor dem Zustandekommen aber und nach Aufhören desselben (Abklingen nach Reizunterbrechung) findet ein reges Pendeln um die Gleichgewichtslage statt, indem in raschem Wechsel bald der eine, bald der andere der beiden antagonistischen Faktoren überwiegt. Es ist im Grunde derselbe Vorgang, den wir nach einmaliger momentaner Reizung des Auges z. B. durch einen elektrischen Funken beobachten. Der Reiz löst sowohl Erregungs- wie Hemmungsprozesse aus. Zuerst überwiegt die Erregung. Dann folgen, nachdem die Reizung längst aufgehört hat, mehrere Hemmungs- und Erregungs-

[1]) Man spricht gewöhnlich von Erregungen der Netzhaut. Ich ziehe den allgemeineren Ausdruck »Sehnervenapparat« vor, weil es keineswegs ausgemacht ist, daß die zentraleren Partien des Opticussystems an den eigentümlichen Erregungsvorgängen nicht ebenso beteiligt sind, wie die Retina. Man braucht nur an die konsensuellen Adaptations- und Nachbilderscheinungen im nicht gereizten Auge zu denken. Die große Rolle, die man der Netzhaut zuzuschreiben pflegt, führt leicht zu unhaltbaren theoretischen Vorstellungen.



impulse in Gestalt abwechselnder negativer und positiver Nachbilder[1]). Wenn auch naturgemäß bei dauernder Reizung die Hemmungswellen nicht so stark sein können, daß die Empfindung sich vorübergehend in ihr Gegenteil umkehrt, so ist die Erscheinung doch im Prinzip die nämliche. Auch ein konstanter Reiz ruft von vornherein Erregungs- und Hemmungsprozesse im Sehnervenapparate hervor, die durch ihr wechselseitiges Verhalten nicht nur die Oszillationen, sondern auch die größere oder geringere Steilheit des Anstieges bedingen. Daß dieser oszillatorische Erregungsanstieg sich der unmittelbaren subjektiven Wahrnehmung entzieht, hat besondere Gründe, auf die wir noch zurückkommen werden.

Der Anstieg der reinen Farbenerregung erfährt nun auf verschiedenen Stufen der Helligkeit bemerkenswerte Veränderungen. Bei größerer Helligkeit setzt die Erregung zuerst kräftiger, akuter ein, während die Hemmung nicht im gleichen Maße beschleunigt wird. Darauf macht sich die Hemmung aber um so energischer und nachhaltiger geltend. Die Hauptimpulse der beiden Prozesse besitzen eine feste rhythmische Ordnung, dagegen wechselt ihre Stärke mit der Helligkeit. Eine Erregungswelle trägt das Maximum. Bei zunehmender Helligkeit wird eine frühere Erregungswelle allmählich höher, sie wird zunächst zu einem relativen und auf einer bestimmten Helligkeitsstufe schließlich zum definitiven Maximum. Die Erregungswelle, die früher das definitive Maximum trug, verrät sich noch in einem nachlaufenden relativen Maximum.

Die prägnanten Unterschiede zwischen dem intensiven und dem qualitativen Erregungsanstieg gestatten noch weitere Schlüsse auf das spezielle Verhältnis der Erregungs- und Hemmungsvorgänge zueinander. Wir haben Ursache, anzunehmen, daß der Übergang von Dunkel zu Hell viel jäher und unvermittelter ist, als der von einer farblosen Helligkeit zur gleichhellen Farbe. Aus Versuchen von v. Kries[2]) und Wirth[3]), wonach eine Farbe auf einer »weißermüdeten« Netzhautstelle viel ungesättigter gesehen wird als in der Umgebung, scheint hervorzugehen, daß die voraufgehende farblose Erregung das

---

[1]) Wundt, Phys. Psych. [5] II, S. 189. Nach neueren Untersuchungen oszilliert auch schon das primäre Bild. S. Nagels Handbuch III, S. 222 f.

[2]) Nagels Handbuch der Physiologie III, S. 212 f.

[3]) Arch. f. Psychologie I L. S. 49.

Substrat der farbigen schon irgendwie mit affiziert, vielleicht unter komplementärer Vernichtung der einzelnen Farbenkomponenten. Wenn dies der Fall ist, so ist die Hemmung auf die farbige Reizung gleichsam schon vorbereitet, und der Antagonismus zwischen Erregung und Hemmung ist von vornherein ein sehr entschiedener, gleicht sich aber auf der Höhe des Erregungsmaximums und nach demselben aus. Die intensive Erregung trifft dagegen — besonders bei Dunkeladaptation — auf eine minimale Hemmung. Sie steigt relativ ungehindert an, während die Hemmung erst nach dem Maximum so weit angewachsen ist, um starke absolute Remissionen zu bewirken. Die Hemmung ist beim qualitativen Anstiege vor dem Maximum, beim intensiven hinter dem Maximum am wirksamsten. Vielleicht erklären sich aus dem absolut größeren Betrage der Erregungsveränderung auch die schwächeren Remissionen in den Kurven 16 und 17 (spektrale Farben), aus dem absolut geringeren Betrage der Veränderung die starken Oszillationen in den Kurven 18 und 19.

Die sämtlichen in dieser Arbeit beschriebenen Erscheinungen fügen sich widerspruchslos der Wundtschen Stufentheorie. In der Übereinstimmung der Erregungskurven für verschiedene Farben ist die Einheitlichkeit des chromatischen Prozesses von neuem erwiesen. Die tiefgreifenden Unterschiede zwischen dem chromatischen und dem achromatischen (= Helligkeits-)Anstieg und insbesondere der Umstand, daß im Helligkeitsanstiege der Farben die beiden Vorgänge isoliert voneinander zu beobachten sind, sprechen für eine prinzipielle Trennung des chromatischen und achromatischen Prozesses. Der erste Hauptsatz der Stufentheorie[1]) hebt hervor, daß jede Lichterregung von einem Hemmungsvorgange begleitet ist, dessen psychisches Äquivalent die Empfindung Schwarz bzw. der Eindruck eines größeren oder geringeren Dunkels ist. Hieraus können nur die Oszillationen bei Veränderungen der Intensität erklärt werden, indem man eine gleichzeitige oszillatorische Steigerung dieses Schwarzprozesses annimmt. Die Schwankungen der Farbensättigung lassen vorläufig eine doppelte Erklärung zu. Einmal können sie auf einer gleichzeitigen Miterregung des komplementären Farbensubstrates beruhen, was mit der Stufentheorie, die wie die Heringsche Theorie

[1]) Physiol. Psych. [5] II, S. 242.

eine antagonistische ist, wohl vereinbar wäre. Sodann ist es aber auch denkbar, daß durch irgend einen Hemmungsprozeß, dem keine Empfindung entspricht, die Gesamtmasse der Farbenerregung beschränkt wird. Eine Entscheidung dieser Frage ist zur Zeit nicht möglich.

Bei der Annahme erregender und hemmender Wirkungen im Sehnervenapparate sind wir von den allgemeinen Gesichtspunkten der Nervenmechanik ausgegangen, die man zuerst an den motorischen Nerven gewonnen hat[1]). Wenn man durch Reizung eines motorischen Nerven eine Muskelzuckung auslöst, und in verschiedenen Stadien der Zuckung die Erregbarkeit des Nerven durch einen zweiten elektrischen Reiz prüft, so findet man dieselbe bald erhöht, bald herabgesetzt. Auf diese Weise ergab sich, daß sofort mit dem Eintritt des Reizes gleichzeitig erregende und hemmende Wirkungen beginnen, die aber in ungleicher Weise anwachsen. Zwischen der motorischen und der sensorischen Nervenaktion findet eine weitgehende Analogie statt, die sich vielleicht noch vollkommener gestalten würde, wenn es möglich wäre, den motorischen Nerven unter der Einwirkung seines adäquaten physiologischen Reizes zu untersuchen. Dem Stadium der latenten Reizung können wir die Zeitschwelle der Farbenempfindung an die Seite setzen. Sowohl die Muskelzuckung wie die Gesichtsempfindung sind das wahrnehmbare Äquivalent eines Nervenprozesses, der aus der Wechselwirkung zweier entgegengesetzter Funktionen der nervösen Substanz resultiert usw. Die Verschmelzung rasch aufeinander folgender Lichtreize beruht auf demselben Ineinanderfließen der Erregungsimpulse, wie die tetanische Dauerkontraktion des Muskels.

Schon A. Fick verfolgte in seiner Arbeit »Über den zeitlichen Verlauf der Erregung in der Netzhaut«[2]) das Problem, die Lichtempfindungen und die motorischen Reizerscheinungen unter den gemeinsamen Gesichtspunkt der Nervenphysiologie zu bringen. Fick geht davon aus[3]), daß ein sehr kurz dauernder Strom den Nerven nicht so stark reizt, wie ein etwas länger dauernder, und daß gar keine Erregung eintritt, wenn die Stromdauer unter eine gewisse Grenze herabsinkt. Ebenso wird bei kurzdauernder Reizung der Netzhaut nur eine schwächere Lichtempfindung zustande kommen. Um das Verhältnis zwischen Reizdauer und Empfindung zu bestimmen, stellte Fick Versuche nach genau demselben Plane

---

[1]) Wundt, Physiol. Psychol. [5] I, S. 63 ff.

[2]) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863.

[3]) a. a. O. S. 761.

an, dessen sich später Martius bediente. Der Reiz, welcher sehr kurze, aber genau bestimmbare Zeit einwirkte, wurde sukzessive »mit Hilfe der Erinnerung« mit länger dauernden Reizen von photometrisch bestimmter Helligkeit verglichen. Die Schwierigkeit und Unsicherheit dieses Verfahrens schreckte Fick von eingehenderen Untersuchungen ab.

Der Frage nach der physiologischen Natur der Erregungs- und Hemmungsprozesse im Sehnervenapparate können wir heute noch nicht näher treten. In Anbetracht der Analogie aber zwischen sensorischer und motorischer Innervation muß es bedenklich erscheinen, Hypothesen aufzustellen, welche die Fühlung mit den allgemeinen Prinzipien der Nervenmechanik von vornherein preisgeben. So findet Charpentier[1]) eine Übereinstimmung zwischen der Zahl seiner Oszillationen (30—35 per Sek.) und der Anzahl verschmolzener Impulse, aus denen sich die normale Muskelkontraktion zusammensetzt. Anstatt daraus aber auf Analogien der Innervation zu schließen, meint er eine »oszillatorische Reaktion der Netzhaut« vor sich zu haben, die vielleicht auf einem Kontraktionsvorgange beruhen könne. Einige Jahre später[2]) vertritt Charpentier die eigenartige Anschauung, daß die Oszillationen durch Transversalschwingungen der Stäbchen- und Zapfenaußenglieder bedingt seien. Die Amplitude dieser Schwingungen ist variabel, aber sie soll im Maximum nicht mehr als $1/10\,\mu$ (= 0,0001 mm) nach jeder Richtung betragen. Abgesehen davon, daß man höchstens Oszillationen von strengem Rhythmus, nicht aber die hier beschriebenen Erscheinungen aus einem solchen mechanischen Verhalten der Netzhautelemente erklären könnte, ist diese Hypothese deshalb unfruchtbar, weil sie Erscheinungen, die ohne Zweifel prinzipiell zusammengehören, nämlich die Erregungsschwankungen und die Nachbilder, auseinander reißt.

Es bleibt uns an dieser Stelle noch die Frage zu erörtern übrig, warum der Erregungsanstieg mit seinen Oszillationen unter gewöhnlichen Umständen bei ruhendem Bilde nicht oder so gut wie nicht wahrgenommen wird. Martius[3]) meinte, Exners Zeiten für die verschiedenen Intensitäten müßten sich schon durch die tägliche Erfahrung als falsch herausstellen. Unsere Maxi-

[1]) Archives de physiologie norm. et path. 1892, S. 552.

[2]) Daselbst 1896. Comptes rendus de l'Academie des Sciences, tome 122, 1896, S. 535 ff.

[3]) a. a. O. S. 296.

malzeiten sind weit größer und entgehen gleichfalls der täglichen Erfahrung, die demnach nicht gut ein Maß für die Richtigkeit der Untersuchungen sein kann. Zum Teil entzieht sich der Anstieg deshalb der Beobachtung, weil die Empfindlichkeit für Veränderungen der Reizlage bei weitem nicht so fein ist, wie die gewöhnliche Unterschiedsempfindlichkeit[1]). Der Hauptgrund wird aber in der Geschwindigkeit der Veränderung zu suchen sein. Damit ein stetiger Übergang zwischen zwei Empfindungen überhaupt apperzipiert wird, ist es notwendig, daß entweder die Umgebung oder das Gedächtnis Vergleichsempfindungen zur Verfügung stellt. Bei der Darbietung kleiner farbiger Felder wäre die graue Umgebung ein sehr gutes Vergleichsobjekt. Dann müßte es aber der Apperzeption zunächst gelingen, sehr viele einzelne Phasen des Anstieges herauszugreifen und mit dem Grau zu vergleichen. Die Vorstellung eines Anschwellens der Empfindung käme jedoch erst zustande, wenn wiederum diese einzelnen Phasen apperzeptiv oder assoziativ aufeinander bezogen würden. Zu einem Vergleich aber gehört eine gewisse Zeit, innerhalb derer die Empfindung der Apperzeption stille halten muß. Bei sehr langsamen Empfindungsänderungen kann diese Bedingung erfüllt sein. Der Erregungsanstieg verläuft aber viel zu rasch, als daß einzelne Phasen daraus apperzipiert und verglichen werden könnten. Man kann sich etwa vorstellen, daß die Apperzeption an der stetig wechselnden Empfindung keine Angriffspunkte findet, daß sie gewissermaßen fortwährend abgleitet, solange, bis die Empfindung einigermaßen stationär geworden ist oder ebenso plötzlich, wie sie angestiegen ist, wieder abklingt.

Für die Apperzeption schmilzt also der stetige Übergang in einen plötzlichen Wechsel zusammen, und dieser Vorgang wird wahrscheinlich noch durch assoziative Angleichung und durch Kontrast begünstigt. Die niedrigeren Phasen des Anstieges können durch Angleichung an die voraufgegangene Null-Lage mit dieser verschmelzen, die höheren Phasen mit dem Gipfel. Durch Kontrast werden diese Phasenkomplexe sich ihrerseits noch fester verbinden und sich gegeneinander scharf abgrenzen. Für die Apperzeption würde dann die

[1]) Vgl. hierzu L. W. Stern, Die Wahrnehmung von Helligkeitsveränderungen. Ztschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. 7, 1894. Psychologie der Veränderungsauffassung, Breslau 1898.

Anstiegskurve die Gestalt annehmen, daß sie sich anfänglich nur sehr wenig über die Abszissenlinie erhebt, dann plötzlich sehr steil aufsteigt, um wieder in einen flachen Gipfel umzubiegen.

Zum Schluß sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Wundt für das Interesse, das er dieser Arbeit entgegengebracht hat, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Desgleichen danke ich Herrn Prof. Wirth, der mich in liebenswürdigster Weise mit Rat und Tat unterstützt hat.

Verzeichnis der Kurven.

Kurve	1.	Grün von 300° bei einfacher Helligkeit	
»	2.	» » 300° » vierfacher »	Fig. 3. S. 106.
»	3.	» » 200° » einfacher »	
»	4.	Rot » 300° » » »	
»	5.	» » 300° » doppelter »	
»	6.	» » 300° » vierfacher »	
»	7.	» » 300° » 15/36 facher »	Fig. 4. S. 109.
»	8.	» » 200° » einfacher »	
»	9.	» » 200° » vierfacher »	
»	10.	» » 200° » 15/36 facher »	
»	11.	Blau » 300° » einfacher »	
»	12.	» » 300° » halber »	Fig. 5. S. 112.
»	13.	» » 200° » einfacher »	
»	14.	Gelb » 300° » doppelter »	Fig. 6. S. 114.
»	15.	» » 200° » » »	
»	16.	Grün, spektral » einfacher »	Fig. 8. S. 117.
»	17.	Rot » » » »	Fig. 9. S. 118.
»	18.	Grün, spektral auf grünem Pigment mit grünem Episkotister	Fig. 10. S. 121.
»	19.	desgl. mit grauem Episkotister	
»	20.	Grün spektral auf purpurnem Pigment mit purpurnem Episkotister	Fig. 11. S. 122.
»	21.	desgl. mit grauem »	
»	22.	Helligkeitsanstieg für spektrales Grün bei einfacher Helligkeit mit einem Normalreiz von 30 Zeiteinheiten	Fig. 12. S. 127.
»	23.	desgl. mit einem Normalreiz von 12 Zeiteinheiten	
»	24.	Helligkeitsanstieg für spektrales Rot bei einfacher Helligkeit mit einem Normalreiz von 12 Zeiteinheiten.	Fig. 13. S. 129.

Die Abszissen der Kurven geben Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$ an, die Ordinaten die Sättigung des Normalreizes in den Gradanteilen der Farbe.

Tabelle I.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Grün von 300° bei einfacher Helligkeit			Grün von 300° bei vierfacher Helligkeit			Grün von 200° bei einfacher Helligkeit		
	Normalreiz in Graden	Kontrolle: Beobachter	Kontrolle: Normalreiz in Graden	Normalreiz in Graden	Kontrolle: Beobachter	Kontrolle: Normalreiz in Graden	Normalreiz in Graden	Kontrolle: Beobachter	Kontrolle: Normalreiz in Graden
2	55	H.	55	80	Dr. B.	77,5	35	H.	40
3	75	Dr. B.	75	120			80		
4	85	H.	87,5	147,5	»	147,5	120	»	120
5	105	»	105	175			150		
6	125	»	122,5	180	»	180	155	»	155
7	150	»	150	197,5			147,5		
8	182,5	»	182,5	247,5	»	247,5	157,5	»	155
9	177,5	»	175	252,5			160		
10	197,5	»	197,5	282,5	»	282,5	172,5	»	172,5
11	210			265			177,5		
12	222,5	«	225	287,5	»	287,5	177,5	»	175
13	240			287,5			172,5		
14	252,5	»	252,5	270	»	270	170	»	170
15	262,5			267,5			165		
16	247,5	»	250	267,5	H.	267,5	162,5	»	162,5
17	250			262,5			165		
18	270			267,5	»	267,5	167,5	Dr. B.	167,5
19	277,5	»	277,5	277,5			167,5		
20	277,5	»	277,5	277,5	»	277,5	162,5	»	165
21	292,5			265			162,5		
22	302,5	»	302,5	270	»	270	167,5	»	165
23	295			267,5			172,5		
24	280	»	280	270	»	270	170	»	170
25	297,5			272,5			175		
26	302,5	»	302,5	267,5	»	267,5	175	»	170
27	295			272,5			177,5		
28	297,5	»	297,5	267,5			187,5	»	187,5
29	307,5			275			190		
30	300			300			200		
31	322,5	Dr. B.	320	320	»	317,5	207,5	H.	205
32	327,5			320			210	»	210
33	332,5	»	332,5	327,5	»	327,5	207,5	»	210
34	330			330	»	327,5	212,5	»	212,5
35	327,5	»	327,5	330	»	327,5	207,5		
36	327,5			327,5			202,5	»	202,5
37	332,5	»	332,5	325	»	322,5	200		
38	327,5			320	»	322,5	200		
39	332,5	»	330	320	»	320			
43	320			315			195		

Tabelle II.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Rot von 300° bei einfacher Helligkeit			Rot von 300° bei doppelter Helligkeit			Rot von 300° bei vierfacher Helligkeit			Rot von 300° bei $\frac{15}{36}$ facher Helligkeit		
	Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle	
		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden
2	67,5	H. K.	70 70	77,5	Dr. B.	80	137,5	H.	135			
3	110	H.	110	122,5			160	»	160			
4	142,5	K.	142,5	165	»	165	205	»	205			
5	165	H.	165	195			270	»	270	150	H.	150
6	177,5	K.	177,5	227,5	»	227,5	295	»	297,5	172,5		
7	202,5	H.	200	250			290	K.	292,5	185	»	187,5
8	212,5	K.	212,5	265	»	265	315	H. Dr. B.	315 315	190		
9	225	H.	225	277,5			322,5	»	322,5	202,5	»	202,5
10	242,5	»	242,5	305	H.	305	317,5	»	317,5	220		
11	262,5	K.	262,5	307,5			332,5	»	332,5	230	»	227,5
12	302,5	H. K.	310 300	305	»	305	330	»	330	240		
13	262,5	K.	260	312,5			330	»	330	247,5	»	250
14	262,5			315	»	315	330	Dr. B. K.	332,5 330	257,5		
15	262,5	»	262,5	312,5			332,5			265	»	260
16	285			310			327,5			267,5		
17	280	»	277,5	307,5	»	305	327,5			277,5	»	275
18	287,5			312,5			327,5	K.	330	275		
19	277,5	»	277,5	310			325	»	325	272,5	»	270
20	282,5	»	282,5	307,5	»	307,5	322,5	»	322,5	275		
21	287,5			305			320	»	317,5	272,5	»	272,5
22	290	»	287,5	302,5	»	302,5	315	»	315	282,5		
23	292,5			305			315	»	317,5	262,5	»	262,5
24	282,5	H.	282,5	302,5			307,5	»	307,5	260		
25	267,5	Dr. B.	270	302,5			305	»	305	265	»	265
26	277,5	»	280	300			307,5	»	307,5	282,5		
27	277,5	»	280	297,5			310	»	310	282,5	»	280
28	277,5	»	277,5	297,5			307,5	»	307,5	287,5		
29	290	H.	290	295			305	»	305	285	»	285
30	300			300			300			300	»	300
31	310	»	307,5	305			305	»	305	290		
32	317,5	»	320	307,5			312,5	»	312,5	297,5		
33	317,5	»	317,5	315			310	»	305	312,5	Dr. D.	312,5
34	310	»	310	317,5			310			312,5	»	312,5
35	305	»	305	315			305	»	305	307,5	»	307,5
36	307,5	»	305	307,5			295			310		
37	315	»	315	302,5			292,5	»	292,5	305	»	305
38	312,5	»	312,5	302,5			292,5			297,5		
39	305			297,5			287,5			295	»	295
40	295	»	300	297,5						292,5		
42,5	292,5									292,5		
45	275	»	275				275			292,5		
48										292,5		
50										292,5		292,5

Tabelle III.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Rot von 200° bei einfacher Helligkeit			Rot von 200° bei vierfacher Helligkeit			Rot von 200° bei $\frac{15}{36}$ facher Helligkeit		
	Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle	
		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden
2	67,5	H.	67,5	87,5	H.	92,5			
3	80			117,5					
4	97,5	»	100	150	»	150			
5	115			172,5			97,5		
6	127,5	»	127,5	197,5	»	197,5	102,5		
7	157,5			205			112,5	Dr. F.	112,5
8	162,5	»	162,5	200	»	200	125		
9	155			192,5			137,5		
10	160	»	160	215	»	212,5	155	»	157,5
11	177,5			225			167,5		
12	195			222,5	»	220	177,5		
13	207,5	»	207,5	220	»	220	182,5	»	182,5
14	195	»	200	212,5			185		
15	197,5			212,5	»	210	187,5		
16	195	»	195	217,5			192,5	»	192,5
17	205			210	»	207,5	195		
18	210	»	210	205			190		
19	212,5			207,5	»	207,5	185	»	185
20	217,5	»	217,5	210			177,5		
21	220			212,5	»	212,5	190		
22	222,5	»	222,5	212,5			192,5	»	190
23	220			210	»	210	200		
24	215	»	217,5	202,5			195		
25	215			207,5			195	»	197,5
26	202,5	Dr. B.	200	207,5	»	205	192,5		
27	210			202,5			195		
28	212,5	»	210	202,5			197,5	»	197,5
29	202,5			197,5	»	195	200		
30	200			200			200		
31	197,5	»	197,5	192,5	Dr. D.	192,5	197,5	»	197,5
32	197,5			195			200		
33	200	»	200	205	»	207,5	197,5		
34	205			195			200	»	197,5
35	200			187,5	»	190	197,5		
36	197,5	»	197,5	185			192,5		
37	200			187,5	»	192,5	190	»	187,5
38	195			185			195		
39	190	»	190	180			192,5		
40	192,5			177,5			192,5	»	190
42,5	190						190		
45	190			175			190		
47,5	190						185		
50	190						177,5		

Tabelle IV.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Blau von 300° bei einfacher Helligkeit			Blau von 300° bei halber Helligkeit			Blau von 200° bei einfacher Helligkeit		
	Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden	Kontrolle	
		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden		Beobachter	Normalreiz in Graden
2	62,5	H.	62,5	55			50		
3	82,5			72,5			67,5		
4	97,5			87,5			82,5	H.	85
5	117,5	»	117,5	105			95		
6	132,5			122,5			105		
7	150			137,5			112,5	»	112,5
8	157,5	»	157,5	152,5			122,5		
9	175			165			130		
10	195			185			137,5	»	137,5
11	210	»	210	205			145		
12	232,5			220			150		
13	247,5			232,5			155	»	152,5
14	242,5	»	242,5	237,5			160		
15	245			242,5			165		
16	257,5			245	H.	242,5	167,5	»	167,5
17	267,5	»	265	240			165		
18	265			235			160		
19	262,5			232,5	»	232,5	157,5	»	157,5
20	260	»	260	235			160		
21	265			245			175		
22	267,5			247,5	»	250	197,5	»	200
23	260	»	260	250			197,5		
24	260			247,5			195		
25	262,5			245	»	245	192,5	»	195
26	275	»	275	245			195		
27	285			260			195		
28	292,5			277,5	»	275	195	»	195
29	295	»	295	290			197,5		
30	300			300			200		
31	305			310	»	310	202,5	Dr. B.	202,5
32	307,5	»	307,5	317,5			205		
33	327,5			330			202,5		
34	330			332,5	»	332,5	200	»	200
35	330	»	330	330			197,5		
36	327,5			327,5			195		
37	327,5			325	»	325	192,5	»	192,5
38	320	»	320	322,5			192,5		
39	325			322,5			187,5		
40	327,5			320			190		
41	322,5								
42	322,5								
42,5							187,5		
45	315			312,5			185		
47,5	307,5								
50	297,5						185		

Tabelle V.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Gelb von 300° bei doppelter Helligkeit			Gelb von 200° bei doppelter Helligkeit
	Normalreiz in Graden	Kontrolle		Normalreiz in Graden
		Beobachter	Normalreiz in Graden	
2	27,5			15
3	75			32,5
4	110			52,5
5	137,5			75
6	170			90
7	160			102,5
8	172,5			115
9	185			125
10	197,5			117,5
11	207,5			120
12	230			130
13	242,5			137,5
14	247,5			145
15	252,5			150
16	245			155
17	240			167,5
18	245			172,5
19	245			172,5
20	237,5			172,5
21	232,5			177,5
22	237,5			182,5
23	250			185
24	260			187,5
25	267,5			190
26	275			192,5
27	272,5			195
28	275			192,5
29	285			192,5
30	300			200
31	307,5	T.	310	212,5
32	310			220
33	322,5	»	325	220
34	325	»	327,5	230
35	322,5	»	327,5	222,5
36	320	»	325	222,5
37	315			220
38	320			222,5
39	322,5			227,5
40	322,5			227,5
42,5	322,5			227,5
45	312,5			227,5

Tabelle VI.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Grün, spektral, bei einfacher Helligkeit: Normalreiz in Graden	Grün: Kontrolle: Beobachter	Grün: Kontrolle: Normalreiz in Graden	Rot, spektral bei einfacher Helligkeit: Normalreiz in Graden	Rot: Kontrolle: Beobachter	Rot: Kontrolle: Normalreiz in Graden
2	82,5			115	H.	115
3	155			157,5		
4	190			187,5	»	190
5	227,5	H.	230	205		
6	245	»	247,5	242,5		
7	247,5	»	245	255	»	257,5
8	262,5			272,5		
9	282,5			292,5		
10	300			305	»	300
11	307,5	»	307,5	307,5		
12	310	»	310	317,5		
13	307,5	»	310	320	G.	317,5
14	315			320		
15	315			325		
16	322,5			322,5	»	327,5
17	310			322,5		
18	310			322,5		
19	307,5			327,5	»	327,5
20	310	»	310	330		
21	305	»	307,5	327,5		
22	295	»	295	335	»	335
23	307,5			327,5		
24	312,5			325		
25	315			330	T.	327,5
26	330	»	330	330		
27	340	»	335	327,5		
28	342,5	»	342,5	342,5	»	342,5
29	350			350		
30	360			360		
31	360	Sättigung des Versuchsreizes	350			
32	360		337,5			
33	360		332,5			
34	360		330			
35	360		330			
36	360		335			
37	360		330			
38	360		330			

Tabelle VII.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}\sigma$	Episkotister grün: Normalreiz in Graden	Episkotister grün: Kontrolle: Beobachter	Episkotister grün: Kontrolle: Normalreiz in Graden	Episkotister grau: Normalreiz in Graden
5	150			
6	167,5			257,5
7	192,5			275
8	210	H.	215	285
9	215	»	222,5	285
10	230	»	232,5	292,5
11	237,5			295
12	247,5			307,5
13	235			295
14	225	»	220	285
15	257,5	»	250	307,5
16	270	»	260	315
17	272,5			315
18	277,5	»	270	317,5
19	257,5	»	257,5	307,5
20	290	»	287,5	322,5
21	282,5			320
22	302,5			330
23	300			327,5
24	285			320
25	277,5			317,5
26	285			320
27	275			315
28	282,5			320
29	335			345
30	360			360

Tabelle VIII.

Versuchsreiz	Episkotister purpurn: Normalreiz	Episkotister grau: Normalreiz
3	287,5	
4	295	155
5	317,5	215
6	337,5	270
7	350	317,5

Tabelle IX.

Im Text, s. Seite 125.

Tabelle X.

Versuchsreiz in Zeiteinheiten à $\frac{100}{11}$ σ	Grün Normalr. = 30 Zeiteinheiten	Grün Normalreiz = 12 Zeiteinheiten			Rot Normalreiz = 12 Zeiteinheiten		
	Helligkeit des Normalreizes in Graden	Helligkeit des Normalreizes in Graden	Kontrolle		Helligkeit des Normalreizes in Graden	Kontrolle	
			Beobachter	Helligkeit des Normalreizes		Beobachter	Helligkeit des Normalreizes
1					50	H.	52,5
2	85	75	T.	75	90	»	100
3	130	110			145	»	150
4	170	135	»	137,5	190	»	195
5	230	155			230	»	237,5
6	285	170	»	170	245	»	247,5
7	320	185			267,5	»	267,5
8	360	210	»	205	297,5		
9		235			315		
10		252,5	»	257,5	325		
11		305	»	310	347,5		
12		360			360		
			Helligkeit des Versuchsreizes			Helligkeit des Versuchsreizes	
13		360		335	360		347,5
14		360		310	360		335
15		360		320	360		315
16		360		310	360		340
17		360		317,5	360		335
18		360		322,5	360		335
19		360		345	360		350
20		360		355	360		
21		360		360	360		

Druckfehlerberichtigung.

Durch ein Mißverständnis sind leider folgende Verweisungen falsch eingesetzt:

Seite 98, Z. 16 v. u. lies: s. oben S. 95 (statt s. oben S. 96),

Seite 135, Z. 16 v. u. lies: s. oben S. 103 (statt s. oben S. 127 f.).

Die Grundformen der Gefühle.

Von

N. Alechsieff.

(Aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Sofia.)

Mit 1 photolithogr. Tafel.

I. Einleitung.

Die Frage nach den Grundformen der Gefühle ist eine der schwierigsten in der neueren Psychologie. Haben die Gefühle nach ihrer Qualität eine größere Mannigfaltigkeit oder lassen sie sich nur auf einige einfache Qualitätsformen zurückführen? Die Meinungen der modernen Psychologen gehen darüber sehr auseinander. Sehr viele von ihnen vertreten noch die in der älteren Psychologie herrschende Meinung, daß es nur zwei elementare Gefühlsqualitäten gibt — Lust und Unlust. Jeder Gefühlszustand, behauptet z. B. Jodl, ist dadurch eindeutig charakterisiert, daß er entweder Schmerz oder Lust von bestimmter Stärke, Ausdehnung und Dauer ist. »Was sich im Bewußtsein außerdem als Verschiedenheiten der Gefühle ankündigt und auch von der Sprache häufig als verschiedene Arten des Schmerzes und der Lust bezeichnet wird, das gehört nicht den Gefühlsphänomenen als solchen an, sondern ist durch die Verschiedenheit der präsentativen Elemente bedingt, an welchen und mit welchen die Gefühle im Bewußtsein auftreten«[1]. Und Höffding meint ebenso, jedes Gefühl werde »durch den großen Gegensatz von Lust und Unlust charakterisiert«. Die verschiedenen Gefühle entstehen durch die Verbindung dieser Gefühlselemente mit verschiedenen Erkenntniselementen.

[1]) Jodl, Lehrbuch der Psychologie[2] II, S. 6.



Zwischen den Gefühlselementen an und für sich (insoweit wir uns dieselben ohne Verbindung mit Erkenntniselementen denken können) gelte aber nur der Unterschied zwischen Lust und Unlust[1]). Nach der Meinung dieser und vieler anderer Psychologen wie Külpe, Orth, Ebbinghaus usw. sind also die weiteren qualitativen Gefühlsunterschiede, die wir zu erleben glauben, nicht Unterschiede in den Gefühlen selbst, sondern in den Komplexen von Organempfindungen, die die Lust und Unlust immer begleiten. Eine andere Gruppe von Psychologen ist mit dieser Bestimmung der Gefühlsqualitäten nicht befriedigt und sucht ihre Zahl zu vermehren. Sie behaupten allerdings ebenfalls, die Gefühle könnten nur nach Lust und Unlust unterschieden werden, diese sind aber für sie nicht individuelle, sondern Kollektivbegriffe. So meint z. B. Ziegler: »die ästhetische Freude über ein schönes Gedicht ist inhaltlich verschieden von der sinnlichen über ein Glas guten Weines oder von der intellektuellen über eine gelöste Preisaufgabe; und zwar ist nicht nur die Ursache, das a quo, dasjenige, an dem sich die Freude hier und dort aufrankt, verschieden, sondern auch ihr Inhalt, die Wirkung, der ganze Verlauf; die Art und Weise dieser Freude im ganzen stellt sich uns als von jeder andern spezifisch verschieden dar«[2]). Auch Ziehen nimmt die Lust und Unlust als Kollektivbegriffe an: »Die zahllosen Gefühle, welche ein Menschenherz durchbeben, Neid, Zorn, Ehrgeiz, Liebe und wie sie alle heißen, sind offenbar qualitativ verschieden. Es hieße den Tatsachen Gewalt antun, wollte man alle diese Gefühle in das Schema »Lustgefühl oder Unlustgefühl« hineinzwängen.« »Die Verschiedenheit der Gefühlsqualität«, meint er, »ist natürlich bedingt durch die Verschiedenheit der Qualität der Empfindung, aber keineswegs identisch mit ihr«[3]).

Eine andere Gruppe von Psychologen geht aber noch weiter. Sie verläßt die alte Einteilung der Gefühle in Lust und Unlust und kommt zu einer Vermehrung der Zahl ihrer Grundformen. Als Hauptvertreter dieser Richtung können Wundt und Lipps hervorgehoben werden. Beide gehen von zwei verschiedenen Standpunkten aus, um fast zu denselben Ergebnissen zu gelangen. So unterscheidet

[1]) Höffding, Psychologie [2], S. 305.
[2]) Ziegler, Das Gefühl [3], S. 110.
[3]) Ziehen, Leitfaden der physiol. Psychologie [7], S. 162.

Lipps von der Analyse der Apperzeption ausgehend drei Hauptgattungen der Gefühle: affektive, voluntative und logische, die ihrerseits in viele Gefühlsrichtungen zerfallen sollen[1]). Wundt gelangt, von der Analyse der einzelnen Gefühlstatsachen ausgehend, zu einem dreidimensionalen Gefühlssystem. Die Gefühle ordnen sich nach ihm in ein System, dessen Richtungen von den folgenden Gegensätzen bestimmt sind: Lust-Unlust, Erregung-Beruhigung, Spannung-Lösung. Diese Begriffe stellen nach Wundt nicht einfache Qualitäten dar, sondern sind kollektive Begriffe[2]). Ein anderer Psychologe, O. Vogt, der sich Wundt's Theorie angeschlossen hat, findet dagegen die sechs obengenannten Begriffe seien als einfache Qualitäten genügend[3]). Die Aufgabe der folgenden experimentellen Untersuchung soll es sein, von der Betrachtung der Gefühlstatsachen auszugehen und zu prüfen, welche von den obengenannten Theorien am meisten den Tatsachen entspricht.

Jene gegensätzlichen Meinungen, die sich heute in der Psychologie über eine so fundamentale Frage finden, haben nun ihren Grund offenbar zum Teil in den verschiedenen Bestimmungen, die die Psychologen dem Begriffe »Gefühl« geben. Darum sei, bevor wir zu unseren Untersuchungen übergehen, noch kurz der Standpunkt gekennzeichnet, von dem wir in dieser Frage ausgehen werden.

Der Begriff »Gefühl« ist einer der unbestimmtesten in der Psychologie. Da sich das Gefühl als elementarer Vorgang nicht näher definieren läßt, so sucht man gewöhnlich Kriterien, nach denen diejenigen psychischen Prozesse, die wir Gefühle nennen, von anderen unterschieden werden können. Von vielen Psychologen wird nun als einziges Kriterium der Gefühle von vornherein der Gegensatz von Lust und Unlust hervorgehoben. So versteht z. B. Lehmann unter Gefühlen »Zustände der Lust oder Unlust im Gegensatz zu den Empfindungen und Vorstellungen als den gleichgültigen Wahrnehmungen eines gegebenen Inhalts«. Anders als durch dieses gegensätzliche Verhältnis lasse sich das Gefühl schwer definieren, »jeder Versuch einer näheren Beschreibung werde nur zu vagen und unklaren Um-

---

[1]) Lipps, Leitfaden der Psychologie, S. 258.

[2]) Wundt, Grundriß der Psychologie [7], S. 99.

[3]) O. Vogt, Zur Kenntnis des Wesens und psychol. Bedeutung des Hypnotismus. Zeitschrift f. Hypnotismus IV, S. 127 ff.

schreibungen des nämlichen Satzes führen!«[1]). Ebenso bezeichnet Ebbinghaus die Gefühle als alles das, »was wir je nach seinen Stärkegraden oder je nach seiner Verknüpfung mit Empfindungen oder Gedanken als Annehmlichkeiten oder Unannehmlichkeiten, Wohlgefallen oder Mißfallen, Vergnügen oder Mißvergnügen, Freude oder Schmerz bezeichnen«[2]). Durch diese Bestimmung der Gefühle wird aber die Frage nach der Zahl ihrer Grundqualitäten schon im voraus gelöst. Das wird von Ebbinghaus auch zugegeben. »Wird das Wort Gefühl, wie hier — sagt er — auf die bloßen Erlebnisse von Lust und Unlust eingeschränkt, so ist die Frage nach seinen Arten im eigentlichen Sinne damit erledigt; es sind ihrer diese beiden und nicht mehr. Alle sonst in bezug auf die Gefühle zu beobachtenden Artunterschiede kommen auf Rechnung der Empfindungs- und Vorstellungserlebnisse, an denen sie haften«[3]). Im Gegensatze zu dieser Bestimmung suchen nun andere Psychologen die Gefühle durch solche wesentliche Eigenschaften zu definieren, die im voraus über die Zahl ihrer Grundqualitäten noch nichts enthalten. So bestimmt Lipps die Gefühle als »Bewußtseinssymptome von der Weise, wie sich die Psyche, die Persönlichkeit, das psychische Individuum zu dem, was es erlebt, was ihm zuteil wird, was in ihm vorgeht, verhält«[4]). Wundt bezeichnet als Gefühle die Elemente der Gemütsbewegungen; unter Gemütsbewegungen versteht er aber die Inhalte des Bewußtseins, die unmittelbar selbst auf den Zustand des Subjektes bezogen werden«[5]). Die Haupteigenschaften, die nach dieser Bestimmung die Gefühle von den anderen elementaren psychischen Vorgängen unterscheiden, sind: ihre Subjektivität und Unlokalisierbarkeit. Es ist klar, daß bei solch einer Bestimmung der Gefühle viel mehr Raum für eine Untersuchung ihrer Grundformen gegeben und zugleich die Gefahr beseitigt ist, sie im voraus durch eine Definition festzulegen. Diesen Vorzug suchen die Gegner zu beseitigen, indem sie sich bemühen zu beweisen, eine solche Bestimmung der Gefühle sei eine Unmöglichkeit. Ein Schüler Külpe's

[1]) Lehmann, Die Hauptgesetze des menschl. Gemütsleben, S. 12.
[2]) Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie [2] I, S. 564.
[3]) Ebbinghaus, ibid., S. 577.
[4]) Lipps, Vom Fühlen, Wollen und Denken, S. 5.
[5]) Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie [5] I, S. 345.

und Vertreter der Theorie der Lust und Unlust als einfachen Qualitäten, Orth, versucht sogar zu beweisen, daß die obengenannten Eigenschaften nicht nur die Gefühle, sondern auch gewisse Gruppen von Empfindungen besäßen, daß also die Subjektivität und die Unlokalisierbarkeit als Kriterien der Gefühle nicht dienen könnten[1]). Die Kritik Orths weist auf gewisse Undeutlichkeiten in den Gefühlsbestimmungen Lipps's und Wundt's hin. Uns scheint aber, daß sie dieselben nicht zum Fall gebracht hat. So ist es zwar wahr, wie Orth behauptet, daß auch die Empfindungen von subjektivem Ursprung sind, aber sie weisen gleichzeitig eine vom Subjekt unabhängige Seite auf, sie haben eine objektive Bedeutung neben ihrer subjektiven. In diesem Sinne also erscheinen die Gefühle als etwas rein subjektives gegenüber den nur teilweise subjektiven Empfindungen[2]). Das Kriterium der Subjektivität der Gefühle wird aber auch dadurch bewiesen, daß sie unserem Bewußtsein keine Inhalte beibringen, die unsere Erkenntnis bereichern. Orth braucht daher das Wort »subjektiv« in einem erweiterten Sinne als Wundt, Lipps oder selbst Külpe. Ähnlich verhält es sich mit seiner Kritik der Unlokalisierbarkeit als Kriterium der Gefühle. Orth weist nur darauf hin, daß die Gefühle immer mit Empfindungen verbunden sind, die lokalisiert werden können, was niemand bestreitet. Das zeigen auch seine Zitate aus Wundt. Unter Unlokalisierbarkeit der Gefühle versteht man aber ihre Unabhängigkeit von den Beschaffenheiten eines perzipierenden Sinnesorgans und teilweise auch von der Art des äußeren Reizes. Doch scheint es schließlich, daß Orth selbst eine solche Unlokalisierbarkeit als Hauptmerkmal der Gefühle anerkennt. So behauptet er am Schlusse seiner Untersuchung, ein Kriterium, auf Grund dessen Vorhandenseins ein psychisches Phänomen zuverlässig als Gefühl zu bestimmen wäre, sei zur Zeit nicht bekannt. »Alle bisher aufgestellten Kriterien genügen nicht dem Zwecke; es sei denn, daß man die Bedeutungslosigkeit des Gefühls für das Zustandekommen unserer Erkenntnis oder seine Unabhängigkeit von irgend einem bestimmten körperlichen Organe als Gefühlskriterium betrachten wollte«[3]).

Orths Kritik hat also die Bestimmung der Gefühle als subjektiver

[1]) Orth, Gefühl und Bewußtseinslage, Berlin 1903.
[2]) Külpe, Grundriß der Psychologie, S. 237.
[3]) Orth, Gefühl und Bewußtseinslage, S. 129.

Erlebnisse nicht vernichtet, sie hat aber gezeigt, daß diese Bestimmung einer gewissenhaften Prüfung bedarf. Wir werden daher die obige Definition der Gefühle vorläufig annehmen, um den Kreis derjenigen geistigen Vorgänge zu bestimmen, die wir einer Untersuchung unterziehen werden. Denn sie ist diejenige Definition, die unsere Aufgabe nicht vor der Untersuchung schon löst. Weiterhin werden wir uns aber nicht dogmatisch an sie halten. Bei jedem Versuch werden wir vielmehr prüfen, ob sie sich bewährt; so vor allem bei der Untersuchung der von allen anerkannten Gefühlsformen Lust und Unlust. Wir werden die Haupteigenschaften dieser Erlebnisse zu bestimmen suchen, um sie nachher mit den Eigenschaften anderer Erlebnisse zu vergleichen, die diesen Vorgängen ähnlich sind.

II. Methode.

Zu den widersprechenden Resultaten, die man bei der Bestimmung der Grundformen der Gefühle erhalten hat, haben auch die Unvollkommenheiten der angewandten Untersuchungsmethoden viel beigetragen. Wir müssen darum, bevor wir zu unseren Untersuchungen übergehen, uns kurz mit den in Frage kommenden Methoden beschäftigen, um die einwandsfreiste von ihnen zu wählen.

Früher meinte man, und viele Psychologen sind noch heute der Meinung, daß die experimentelle Methode auf die Gefühle sich nicht anwenden ließe und daß sie dasjenige Gebiet seien, in dem noch die einzig mögliche Methode die reine Selbstbeobachtung sei. In den letzten Jahren aber haben viele Psychologen auch die experimentelle Methode auf die Gefühle mit Glück angewandt und zwar unter zwei Formen, als Eindrucks- und als Ausdrucksmethode. Bei Anwendung der ersten Methode unterzieht man die Bewußtseinsinhalte durch äußere Reize einer planmäßigen Variation, bei der zweiten sucht man die physischen Begleiterscheinungen der Gefühle zu bestimmen, die als regelmäßige Symptome derselben gelten können. Die beiden Methoden haben sich selbständig entwickelt und werden auch heute oft unabhängig voneinander angewandt. So bedienen sich z. B. Psychologen wie Külpe, Orth, Titchener bei ihren Untersuchungen hauptsächlich der Eindrucksmethode. Sie sind der Meinung, daß die Gefühle nur durch eine regulierte Selbstbeobachtung untersucht werden

können. Die Anwendung dieser Methode hat aber bald gezeigt, wie unzuverlässig eine Untersuchung ist, die lediglich sich auf die Angaben der Beobachter stützt. In einer sehr eingehenden Kritik hat M. Kelchner die Mängel der Eindrucksmethode hervorgehoben[1]). Sie findet, daß diese Methode alle Nachteile der reinen Beobachtung besitzt und vor allem: 1) Leichtes Abschweifen der Aufmerksamkeit, das das Beobachtungsmaterial lückenhaft gestaltet; 2) Täuschungen, die durch das vorsätzliche Beobachten bedingt sind, und 3) Störungen, die durch die Ungenauigkeit des sprachlichen Ausdruckes hervorgerufen werden, mit sich führt. Alle diese Mängel weisen darauf hin, daß die Selbstbeobachtung sehr oft wenig zuverlässig ist, da ihr eine objektive Kontrolle fehlt. Das wird aber durch die Zuverlässigkeit und die gründliche Schulung in genauer Selbstbeobachtung der Beobachter nicht ersetzt werden können, auf die sich z. B. Orth in seinen Untersuchungen beruft. Orths Arbeit kann vielmehr gerade als ein Beispiel für die Mangelhaftigkeit der Eindrucksmethode dienen. Unwillkürlich hebt er selbst die Lückenhaftigkeit der Selbstbeobachtung hervor, indem er z. B. auf S. 106 bezüglich des Einflusses von Gerüchen auf die Atmung sagt: »Es ist wohl wahrscheinlich, daß sich der erwähnte Einfluß auch bei Rötteken zeigte, von ihm aber nicht bemerkt oder nicht angegeben wurde.«

Eine andere Gruppe von Psychologen wie Binet, Lehmann, Meumann, Brahn, Gent u. a. haben hauptsächlich die Ausdrucksmethode angewandt. Sie wollen die objektive Grundlage der Gefühle feststellen und vor allem ihre physiologischen Symptome. Als solche heben sie besonders die respiratorischen und vasomotorischen Veränderungen hervor, die die Gefühle begleiten. Die Untersuchungen nach der Ausdrucksmethode verfallen aber bald in die Einseitigkeit, die vasomotorischen und respiratorischen Kurven auf Kosten der Selbstbeobachtung in den Vordergrund zu rücken und so den Anschein zu erwecken, als sei das erste und letzte einer solchen Untersuchung eben die Ausdrucksweise, von welcher man eindeutig auf das ihr parallelgehende psychische Geschehen schließen dürfe[2]). Man fängt an, die Gefühle nur nach ihren objektiven Symptomen zu unter-

[1]) Kelchner, Die Abhängigkeit der Atem- und Pulsveränderung vom Reiz und Gefühl. Archiv für die gesamte Psychologie V, S. 107.

[2]) Orth a. a. O., S. 75.

suchen, ohne auf die psychologische Seite des Problems viel acht zu geben. So unterscheidet z. B. Dumas auf Grund physiologischer Ergebnisse zwei Formen der Freude und drei Formen der Trauer, welche er psychologisch nicht vermutet hatte[1]). Bei vielen anderen Arbeiten geht man so weit, daß die allgemeinsten Bedingungen einer psychologischen Untersuchung nicht festgehalten werden. So werden die Versuche in gröbster Weise an ungeübten oder sogar unzurechnungsfähigen Beobachtern angestellt, den Versuchen wohnen oft viele Personen bei, im Verlauf des Versuches wird gewöhnlich gesprochen usw.[2]). In diese Einseitigkeit sind sogar Psychologen wie Lehmann verfallen. Obschon er die Selbstbeobachtung als das »Fundament der Psychologie« bezeichnet[3]), glaubt er, daß wir an dem Plethysmographen ein wirkliches Psychoskop besitzen, »einen Apparat, mittels dessen man mit nicht geringer Sicherheit den Gemütszustand einer Person zu diagnostizieren vermag«[4]). Eine nähere Bekanntschaft mit der Ausdrucksmethode zeigt uns, daß diese Mängel in der Methode selbst nicht begründet sind und daß durch die Registrierung der Ausdrucksvorgänge die Selbstbeobachtung in hohem Maße unterstützt werden kann, indem sie dadurch die objektive Kontrolle bekommt, die ihr fehlt. Dieser psychologische Wert der Ausdruckssymptome wird besonders von Wundt betont, der aber zu gleicher Zeit vor den oben hervorgehobenen Einseitigkeiten warnt. »Alle objektiven Symptome — meint er — haben ihren psychologischen Wert lediglich darin, daß sie objektiv nachweisbare Erscheinungen sind, die, sofern sie bestimmte Gefühlsvorgänge regelmäßig begleiten, in ihren Unterschieden Hinweise auf entsprechende psychische Unterschiede vermuten lassen. Dabei darf man aber niemals vergessen, daß sie eben nur solche Hinweise, nicht im allergeringsten jemals Beweise sind. Wo die subjektive Beobachtung nicht das Vorhandensein eines bestimmten Gefühls unzweideutig erkennen läßt, da kann man natürlich aus einer noch so großen Häufung objektiver Erscheinungen

---

[1]) Dumas, Recherches expérimentales sur la joie et la tristesse. Revue philos., 1896, S. 577 ff.

[2]) Binet et Courtier, Influence de la vie émotionelle sur le cœur, la respiration et la circulation capilaire. Année psychol. III, S. 67.

[3]) Lehmann, Die körperlichen Äußerungen ps. Zustände II, S. 308.

[4]) Lehmann, Körperliche Äußerungen usw. I, S. 216.

nicht auf dasselbe zurückschließen«[1]). Und darum, meint Wundt, hat die Symptomatik der Gefühle nur dann einen psychologischen Wert, wenn sie sich stets mit der aufmerksamsten Selbstbeobachtung verbindet.

Die obigen Erörterungen zeigen die völlige Unzulänglichkeit einer Untersuchung, die lediglich die Aussagen der Beobachter verwendet, oder sich lediglich mit der Feststellung bestimmter physischer Symptome begnügt. Sie zeigen aber zugleich, daß die Eindrucks- und Ausdrucksmethode einander ergänzen und unterstützen, indem die Mängel der einen durch die Vorzüge der anderen aufgehoben werden. Darum ist die einzige Methode, die mit Aussicht auf Erfolg bei der Untersuchung der Gefühle angewandt werden kann, eine Verbindung der beiden obengenannten Methoden, bei der die Selbstbeobachtung in der Registrierung der physischen Begleiterscheinungen der Gefühle eine Unterstützung und zugleich eine objektive Kontrolle findet.

Bei den bisherigen Untersuchungen der Gefühle hat man nun entweder mehr auf die Eindrucks- oder auf die Ausdrucksmethode Gewicht gelegt. Darum leiden ihre Ergebnisse durchgängig unter den Mängeln der angewandten Methoden. Selbst Kelchner, die sehr vorsichtig arbeitet und die Zusammengehörigkeit beider Methoden besonders betont, ist der Einseitigkeit nicht entgangen, allzuviel Gewicht auf die Registrierung der Ausdruckskurven zu legen. Darum findet sich Wundt genötigt, auch in der letzten Auflage seiner »Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele« von 1906 hervorzuheben, daß ausgedehntere Versuche mit planmäßiger Selbstbeobachtung und unter gleichzeitiger Berücksichtigung der objektiven Puls- und Atmungssymptome der Gefühle uns noch fehlen (S. 239). Bei der Anlegung dieser Arbeit war es unser Wunsch, diesem Verlangen entgegenzukommen. Wie weit wir dies erreicht haben, werden unsere Untersuchungen zeigen.

III. Anordnung und Ausführung der Versuche.

Bei unseren Versuchen haben wir das Kymographion, konstruiert von Zimmermann, zur graphischen Registrierung der Ausdrucksvorgänge benutzt. Es ging sehr geräuschlos und, wie wir uns nach

[1]) Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie [5] II, S. 272.

der Variation der Geschwindigkeit überzeugt haben, sehr gleichmäßig. Trotzdem wurde bei jedem neuen Versuche von voller Federspannung ausgegangen. Alle unsere Versuche haben wir bei einer und derselben Geschwindigkeit der Umdrehung der Trommel von 8.7 mm in einer Sekunde gemacht. Bei dieser Geschwindigkeit sind die einzelnen Pulse in der Pulskurve nicht zu dicht nebeneinander gedrängt, anderseits sind sie auch nicht so breit, daß man die Übersicht über den Versuch verlieren kann. Die Atmung registrierten wir durch einen Pneumographen. Wir registrierten nur die thorakale Atmung, indem wir den Pneumographen immer auf eine und dieselbe Stelle ungefähr zwischen der zweiten und dritten Rippe auf der rechten Seite des Brustkorbes aufstellten. Zur Registrierung der vasomotorischen Veränderungen hatten wir zwei Apparate zur Verfügung — den Sphygmographen und den Plethysmographen. Es war uns anfangs sehr schwer, zu entscheiden, welchen von beiden Apparaten wir bevorzugen sollten. Von den früheren Experimentatoren haben sich Lehmann, Berger, Gent usw. für den Plethysmographen entschlossen. Als Grund dafür heben sie hervor, daß die Volumskurve viel ausdrucksvoller ist und die Fähigkeit besitzt, die Niveauhöhe unter geeigneten Verhältnissen zu verändern. Andere Psychologen dagegen, wie Mentz, Brahn, Meumann und seine Schüler Zoneff und Kelchner, ziehen den Sphygmographen vor, weil die Entstehungsbedingungen seiner Kurven nicht so verwickelt sind. In der letzten Zeit ist der Plethysmograph einer sehr strengen Kritik unterworfen worden. Es sind hier vor allem die Arbeiten von R. Müller und Martius hervorzuheben. R. Müller versucht die Unverwendbarkeit der plethysmographischen Kurven für psychologische Fragen überhaupt zu beweisen[1]). Seine Kritik kann uns als eine Warnung bei den psychologischen Deutungen, welche wir den Normalkurven und ihren Schwankungen geben könnten, dienen, daß er aber die Unmöglichkeit der psychophysischen Deutungen der Ausdruckssymptome nicht gezeigt hat, haben Wundt und vor allem Gent in ihren Auseinandersetzungen trefflich hervorgehoben. »Müller hat keine ernsten Einwendungen gegen die Veränderungen in der Volumskurve gebracht,

[1]) R. Müller, Zur Kritik der Verwendbarkeit der plethysmographischen Kurve für ps. Fragen. Z. f. Psychologie usw. XXX, S. 340 ff.

sagt Gent, die unter streng kontrollierten Bedingungen auftreten, wenn diese unter dem Einflusse gefühlsbetonter Sinnesreize oder Suggestionen steht«[1]). Ganz anders ist die Sache bei Martius. Seine Kritik wendet sich gegen die Verwendung der Niveauveränderung der Volumskurve als Symptom der Gefühle. Er beweist durch die Anwendung eines von ihm konstruierten Plethysmographen, bei dem unwillkürliche Bewegungen des Armes ausgeschlossen sind, daß die Niveauveränderungen, die in diesem Falle nicht vorkommen, ihren Grund in den unwillkürlichen Bewegungen des Armes haben[2]). Eine Reihe von Versuchen, die wir mit dem Lehmannschen Plethysmographen ausgeführt haben, hat uns von der Richtigkeit der Martiusschen Behauptung überzeugt. Es zeigte sich bei diesen Versuchen, daß die Hand in dem Plethysmographen nicht ganz ruhig bleiben kann, besonders bei etwas intensiveren Einwirkungen. Ja in solchen Fällen fand eine Veränderung des Niveau unter dem Einflusse der unwillkürlichen Bewegung der Hand sogar in den Druckkurven statt. Damit ist aber der Plethysmograph seines besten Vorzuges beraubt. Mit den feineren Mareyschen Tambours, konstruiert von Verdin, haben wir aber ebenso ausdrucksvolle Syphygmogramme wie Plethysmogramme erhalten. Wir entschlossen uns darum, den Sphygmographen anzuwenden, da seine physiologische Grundlage viel eindeutiger und überdies seine Handhabung leichter ist und nicht so störend auf den Gang der Versuche wirkt.

Die Übertragung der Atmungs- und Herzbewegungen auf die Schreibapparate geschah durch Gummischläuche von 1,5 m Länge. Als Schreibapparate dienten uns sehr empfindliche Mareysche Tambours in Verdinscher Bearbeitung, die mit sehr leichten Schreibern versehen waren. Ein Gummiball, verbunden mit einem dritten Mareyschen Tambour durch einen Gummischlauch gleicher Länge diente für die Markierung der Reizeinwirkung, sowie der besonderen Erlebnisse, die sich während des Versuches ereigneten.

Die Versuche wurden im Wintersemester 1906/7 im psycho-pädagogischen Institut in Sofia ausgeführt. Als Beobachter dienten uns 15 Studenten und Studentinnen, Mitglieder des Instituts. Zwei von

[1]) Gent, Volumskurven bei Gefühlen und Affekten. Phil. Stud. XVIII, S. 725.

[2]) Martius, Über die Lehre von der Beeinflussung des Pulses und der Atmung durch psychische Reize. Beiträge zur Psychologie und Philosophie I, S. 430.

ihnen, Stephanoff und Pentscheff, waren einige Semester in Leipzig gewesen, wo sie im psychologischen Institut gearbeitet hatten; sie waren über die Frage, die wir untersuchten, einigermaßen orientiert. Die anderen Beobachter hatten nur allgemeine psychologische Kenntnisse, über die verschiedenen Gefühlstheorien wußten sie aber fast gar nichts. An den Versuchen nahm auch der Experimentator als Beobachter teil. Gegen solche Teilnahme des Experimentators erklären sich mehrere Psychologen und vor allem Titchener, der an den von ihm angestellten Versuchen über die Gefühle nicht teilnahm, obschon sie nur auf Grund der subjektiven Methode gemacht worden sind[1]). Dabei schließt er sich der Meinung von Ebbinghaus an. »Schon bei schwierigeren naturwissenschaftlichen Untersuchungen — meint dieser — wird bekanntlich — unbeschadet der größten Gewissenhaftigkeit — häufig eben das bestätigt gefunden, was man erwartet hat. Bei psychologischen Dingen ist die Gefahr so groß, daß man fast als Regel aufstellen kann, alle Experimente, die behufs Bestätigung einer eigenen Theorie an dem eigenen Selbst angestellt wurden, für verdächtig zu halten«[2]). Als eine Warnung für die Experimentatoren können wir ebenfalls diese Worte empfehlen, wir können sie aber als eine allgemeine Regel nicht annehmen. Als solche werden sie aber auch von Ebbinghaus offenbar nicht aufgestellt, denn er sagt etwas weiter folgendes über die Selbstbeobachtungen des Experimentators: »Unumgänglich sind sie, denn sie müssen die Interpretationsmittel liefern für die Beobachtung anderer.« Und natürlich, wie kann der Experimentator die Selbstbeobachtungen der Beobachter über gewisse innere Erlebnisse als wahr annehmen, die er selbst unter denselben Bedingungen nicht erlebt hat? Wie kann das besonders in Fällen geschehen, bei denen die Ausdruckssymptome uns keine Hilfe geben? Die Mißverständnisse, die daraus entstehen werden, sind viel gefährlicher als die aktive Beteiligung des Experimentators an den Versuchen. Und endlich, die Beobachter selbst können unter dem Einflusse verschiedener vorgefaßter Theorien stehen, die man nicht ohne weiteres aus ihren Aussagen feststellen kann. Oder sie können über die Ziele der Unter-

---

[1]) Titchener, Ein Versuch die Methode der paarweisen Vergleichung auf die verschiedenen Gefühlsrichtungen anzuwenden. Phil. Stud. XX, S. 388.

[2]) Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie [2] I, S. 100.

suchung nicht unterrichtet sein, dann kann aber geschehen, daß sie einen psychischen Vorgang für einen andern nehmen. In solchen Fällen müssen die Selbstbeobachtungen der Beobachter durch die des Experimentators kontrolliert und ergänzt werden. Denn, mit den Worten Ebbinghaus' zu sprechen, »wer lediglich an anderen messend experimentiert, ohne einmal an dem eigenen Selbst zu erleben, was alles innerlich vorgeht bei solchen Experimenten, der gewinnt zwar Zahlen, die irgend etwas bedeuten mögen, aber worin diese Bedeutung besteht, bleibt ihm verschlossen«[1]. Die Versuche, die am Experimentator selbst angestellt waren, wurden übrigens immer erst am Ende der Versuchsreihe gemacht, um jede Beeinflussung der Versuche anderer Beobachter zu vermeiden. Ihre Ergebnisse wurden außerdem, das müssen wir besonders hervorheben, nur als Mittel für das bessere Verständnis ihrer Angaben gebraucht.

Bei unseren Untersuchungen wurde endlich besonders dafür Sorge getragen, daß die Versuche möglichst unter denselben äußeren Bedingungen ausgeführt wurden und unter möglichster Vermeidung jeder störenden Einwirkung. Sie wurden in einem mäßig hellen Zimmer angestellt, das die ruhigste Lage im Institut hatte. Wir arbeiteten täglich von 9—12 vormittags und 2—5 nachmittags. Mit jedem Beobachter wurde immer zu derselben Tageszeit gearbeitet. Wir suchten auch alle großen Zeitpausen zwischen den verschiedenen Versuchssitzungen zu vermeiden. Die Beobachter nahmen mehrere Male in der Woche an den Versuchen teil, sehr viele von ihnen erschienen sogar täglich.

Die Ausführung der Versuche war dabei folgende: Der Beobachter saß bequem auf einem Stuhle. Er drehte dem Fenster sowohl wie auch dem Kymographion den Rücken zu. Nachdem alle Kleidungsstücke, die die Übertragung der Atmungsbewegung stören konnten, entfernt waren, wurde der Pneumograph an der Brust des Beobachters festgebunden. Dann wurde auch der Sphygmograph auf der Radialis der rechten Hand an die günstigste Stelle befestigt. Die Hand wurde auf ein Kissen auf den Tisch gelegt und in bequemster Stellung an zwei Stellen mit Schnüren am Tische festgebunden, um den Einfluß der unwillkürlichen Bewegungen möglichst zu beseitigen. Nachdem

[1]) Ebbinghaus a. a. O., S. 99.

so alle Apparate angelegt waren, gaben wir eine kleine Pause, damit sich der Beobachter in seine etwas ungewöhnliche Stellung eingewöhnen könne. Wir benutzten diese Pause, um ihn nach seinem Befinden vor den Versuchen auszufragen, das gleich protokolliert wurde. Zu gleicher Zeit kontrollierten wir durch vertikale Verschiebung der Trommel des Kymographions, ob alle Schreiber genau in derselben Linie eingestellt waren, ob also alle untereinander liegenden Teile der Atmung- und Pulskurve wirklich korrespondierten. Ähnliche Kontrolle führten wir vor jedem neuen Versuche aus.

Nachdem sich der Beobachter ganz beruhigt hatte, gaben wir ihm die Aufgabe, das ganze psychische Geschehen während des Versuches zu beobachten und danach genau zu berichten, dabei jede Möglichkeit der Beeinflussung des Beobachters durch unsere Fragen vermeidend. Meistens wurden aber die Beobachter im allgemeinen über die bevorstehenden Versuche unterrichtet. Sie wußten z. B., daß es sich um Spannungszustände oder Lustgefühle, die durch Gerüche hervorgerufen werden, handelte. Das erwies sich als notwendig, um jede Überraschung und den damit verbundenen Erregungszustand zu vermeiden. Der Beobachter schloß die Augen, und das Kymographion wurde in Gang gesetzt. Wir registrierten eine Strecke lang die Normalkurve, und erst, als wir uns überzeugt hatten, daß der Beobachter ganz ruhig war, fingen wir mit den Einwirkungen an. Sie wurden gewöhnlich durch ein leises »jetzt« vorbereitet. Bei vielen Versuchen aber blieb dieses Vorbereitungszeichen aus, da das leise Geräusch, das die Bewegung des Experimentators verursachte und das bei der Anwendung vieler Reize nicht vermieden werden konnte, als Vorsignal diente. Die Einwirkung dauerte gewöhnlich nur einige Sekunden. Wir wollten jeden Übergang der Gefühle in Affekte vermeiden. Darum waren auch alle angewandten Reize von mittlerer Stärke. Nach dem Aufhören des Einwirkens registrierten wir wieder eine Strecke lang die Normalkurve. Gleich nach dem Schlusse des Versuches mußte der Beobachter seine Erlebnisse genau erzählen, die protokolliert wurden. Während der Erzählung folgten wir den Kurven auf dem Kymographion, die im Verlaufe des Versuches gezeichnet waren. Zeigten sich Abweichungen in den Kurven, die nicht genau den Aussagen des Beobachters entsprachen, die also auf Lücken in den Selbstbeobachtungen hinwiesen, so forderten wir die Beobachter

auf, sich genauer zu besinnen, oder stellten ihnen ganz allgemeine Fragen über ihre Erlebnisse während des Versuches. Einzelne Versuche dauerten gewöhnlich eine Minute, eine Versuchsreihe $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde. Damit war die störende Wirkung der Ermüdung vermieden.

Es bleibt uns noch übrig, bevor wir zu der Untersuchung selbst übergehen, einige Worte über die Bearbeitung des gesammelten Materiales zu sagen. Auf besondere Schwierigkeiten stießen wir bei der Ausmessung der Pulskurven. Es handelte sich darum, eine Einteilung bei ihnen vorzunehmen, die eine Zusammenfassung der einzelnen Pulse in natürliche Gruppen erlaubt. Das konnte aber weder auf Grund der Volumsveränderungen geschehen, innerhalb deren die Pulse sehr wenig variieren sollen, wie es Lehmann behauptet[1]), noch durch die Bestimmung nur der Frequenz der Pulse innerhalb eines konstanten Zeitmaßes, bei dem die Wahl der Größe der Fraktionen von praktischen Erwägungen abhängig sein soll, wie es Meumann und seine Schüler Zoneff und Kelchner machen[2]). Die Fraktionierung der Kurven wird immer eine willkürliche und oft irreführende sein, wenn sie sich nur auf äußere Merkmale und Umstände stützt und nicht die besonderen Bedingungen, unter denen der Verlauf der Ausdruckskurven stattfindet, ins Auge faßt. Es müssen darum als Grundlage der Fraktionierung der Kurven immer die entsprechenden Aussagen der Beobachter über das parallelgehende psychische Geschehen dienen, dann muß aber auch der Einfluß der Atmungsform auf die Pulskurve besonders in Betracht gezogen werden, da seine Nichtbeachtung zu ganz widerspruchsvollen Ergebnissen führen kann.

Der Fraktionierung der Ausdruckskurven legten wir darum die entsprechenden Selbstbeobachtungen zugrunde. Wir teilten unsere Kurven zuerst in Fraktionen nach ihren Veränderungen, die den besonderen Veränderungen in den parallelgehenden psychischen Erlebnissen entsprachen. Bei dieser Fraktionierung berücksichtigten wir auch besonders die Atmungsperioden in den Pulskurven. Und hier haben wir uns fast ganz der Methode von Martius angeschlossen. Er hat ja trefflich gezeigt, daß wir bei der willkürlichen Fraktionierung der Pulskurven, bei der die Atmungsperioden nicht berücksichtigt

---

[1]) Lehmann a. a. O. I, S. 33.

[2]) Kelchner a. a. O., S. 12.

werden, durch ihre Einteilung zu ganz falschen Ergebnissen gelangen können. Wir rechneten darum die Pulse von einer bestimmten Phase der Atmung bis zu der gleichen Phase einer der folgenden Atmungen. Wir sind aber bei dieser Einteilung der Ausdruckskurven nicht stehen geblieben, da die erhaltenen Kurvenstrecken, die den Veränderungen in dem psychischen Verlauf entsprachen, ziemlich groß waren. Es zeigte sich bald, daß auch innerhalb der einzelnen Phasen der so eingeteilten Pulskurven Veränderungen vorkommen, die bei der Ausrechnung der Durchschnittswerte für größere Strecken gerade ausgeglichen werden können. Anderseits erwies sich, daß dadurch auch die Schwankungen in der Atmungskurve, die viel größer als die der Pulskurve sind, nicht genug zum Ausdruck kommen können. Darum gingen wir bei der Einteilung der Ausdruckskurven noch weiter, indem wir innerhalb jeder der oben angedeuteten Fraktionen die Kurven nach den einzelnen Atmungen einteilten. In unseren Tabellen geben wir also die Höhe und die Länge jeder einzelnen Atmung. Bei den Pulskurven bestimmen wir den Durchschnittswert der Pulslängen, sowie den der Pulshöhen innerhalb jeder einzelnen Atmungsperiode, wobei die Bestimmung der Höhe wegen der oftmals vorkommenden Schleuderung nicht auf große Genauigkeit Anspruch erhebt. Wo sich in den Tabellen nur ein Wert für alle Atmungsperioden einer größeren Strecke vorfindet, sind die Abweichungen dieser Perioden voneinander zu unbedeutend gewesen, um verzeichnet zu werden. Um eine schnellere Orientierung in den Resultaten zu ermöglichen, geben wir in unseren Tabellen auch die Durchschnittswerte, die den größeren Phasen entsprechen, diese Werte müssen aber besonders vorsichtig benutzt werden.

Um unsere Versuche besser zu illustrieren, geben wir einige Abbildungen unserer Kurven (Taf. I). Die Behauptung von Martius, daß die Berechnungen der Kurven uns besser über die physischen Begleiterscheinungen der Gefühle orientieren und darum die Abbildungen von Kurven überflüssig machen, konnte uns nicht überzeugen[1]). Die bisherigen Berechnungen und auch die, die uns Martius gibt, können uns über die feinere Gestaltung der Atmungs- und Pulskurven nicht immer Rechenschaft geben; ebensowenig wird das durch eine Be-

[1]) Martius a. a. O., S. 452.

schreibung gegeben werden können. Darum behaupten wir im Gegensatz zu Martius, daß die Sprache der Berechnungen noch nicht so vollkommen geworden ist, um die Kurven selbst ganz zu ersetzen.

Nicht kleiner waren die Schwierigkeiten bei der Bearbeitung, der bei mehr als 600 Versuchen angesammelten Selbstbeobachtungen. Wie wir schon angedeutet haben, lag das Hauptgewicht unserer Untersuchungsmethode auf dem Zusammenhange zwischen der Eindrucks- und Ausdrucksmethode. Darum konnten wir uns nicht begnügen, nur einzelne gelegentliche Bemerkungen über die Selbstbeobachtungen der Beobachter mitzuteilen, wie es die meisten der bisherigen Experimentatoren der Gefühle und ihrer Begleiterscheinungen gemacht haben. Doch wollten wir auch viele ausführlichere Selbstbeobachtungen als Beispiele nicht anführen. Denn dadurch konnte unsere Arbeit nur zu weitschweifig werden, die Anhäufung aber von vielen Wiederholungen und nebensächlichen Bemerkungen würde unsere Ausführungen nur trüben und die Übersicht über die Ergebnisse erschweren. Wir teilen darum, überall wo es sich um die Feststellung von individuellen Unterschieden nicht handelt, neben den Tabellen mit den objektiven Symptomen immer als Beispiele eine, höchstens zwei ausführlichere Selbstbeobachtungen mit. Danach geben wir aber auch die Zahl der Versuche derselben Art, die wir ausgeführt haben, und teilen aus den ihnen entsprechenden Selbstbeobachtungen nur diejenigen Stellen mit, die für das Verständnis der untersuchten Vorgänge von großer Bedeutung sind oder besondere Eigentümlichkeiten enthalten, die erklärt werden sollen. Wir suchen also aus jeder Versuchsreihe die vorzugsweise typischen Beispiele hervorzuheben und sie so darzustellen, daß der Zusammenhang der psychischen Erlebnisse und der objektiven Symptome deutlich hervortritt, ohne dabei aber in unnütze Weitschweifigkeit zu verfallen. Die auf Tafel I mitgeteilten Kurvenbeispiele zu den Haupttypen sind photographisch auf die Hälfte ihrer wirklichen Größe reduziert.

IV. Der Normalzustand.

Als eine der Schwierigkeiten bei der Anwendung der Ausdrucksmethode auf die Untersuchung der Gefühle hebt Külpe folgenden Umstand hervor: »Man muß nicht nur im allgemeinen, sondern in

jedem einzelnen Falle, in jeder Versuchsreihe, eine Norm zugrunde legen können, die dem jeweiligen Indifferenzstadium der Gemütslage des geprüften Individuums äquivalent ist«[1]). Die Orientierung über den psychischen Zustand des Beobachters vor der Reizphase ist aber nicht nur bei der Anwendung der Ausdrucks-, sondern auch noch bei der Eindrucksmethode nötig. Es ist ja von allen Psychologen zugegeben, daß die Gefühle sehr von dem jeweiligen Bewußtseinszustand des Beobachters abhängig sind. Dieser Zustand muß also bei jedem Versuche über die Gefühle untersucht werden und nicht nur zur Feststellung seiner physiologischen Begleiterscheinungen, sondern auch der besonderen psychischen Erlebnisse, die die Gemütslage des Beobachters in diesem Momente bestimmen. Es ist darum gerade ein Vorzug der Ausdrucksmethode, daß sie auf die Berücksichtigung der Gemütslage des Beobachters vor jedem Versuche hinweist. Man braucht nur an die Entdeckung des Spannungszustandes von Lehmann bei der Anwendung der Ausdrucksmethode zu denken[2]), ein Zustand, der leicht von der reinen Selbstbeobachtung übersehen werden kann, der aber der Gemütslage ein ganz eigentümliches Gepräge gibt.

In den meisten der bisherigen Untersuchungen haben sich die Psychologen hauptsächlich nur mit der Bestimmung der Eigenschaften der Normalkurve beschäftigt. Diese Bestimmung ist bei der Anwendung der Ausdrucksmethode natürlich sehr wichtig, und sie muß immer sehr sorgfältig vorgenommen werden, sie soll aber die Frage nach den psychischen Erlebnissen während des Normalzustandes nicht beseitigen. Gelegentliche Bemerkungen reichen nicht aus, diese Lücke in den bisherigen Untersuchungen auszufüllen. Es müssen planmäßige Beobachtungen nicht nur über die Gefühlsvorgänge selbst angestellt werden, sondern auch über die ihnen vorausgehenden und nachfolgenden psychischen Erlebnisse.

Den Zustand, in dem sich der Beobachter außer der Reizphase befindet, nennt man gewöhnlich »Normal-« oder »Indifferenzzustand«. Um Aufschluß über die psychischen Vorgänge, die ihn charakterisieren, sowie ihre begleitenden physiologischen Erscheinungen zu erhalten, haben wir die verschiedenen Arten von Normalzuständen,

---

[1]) Külpe, Grundriß der Psychologie, S. 243.
[2]) Lehmann a. a. O., S. 76.

die in unseren Versuchen vorkamen, untersucht. So beschäftigten wir uns mit dem »Normalzustand« vor und nach der Reizphase, wir untersuchten auch den »Normalzustand« zwischen zwei Reizphasen. Wir haben dann auch Normalversuche ohne jede Reizeinwirkung ausgeführt und die Erlebnisse während dieser Versuche, sowie die entsprechenden Ausdruckskurven registriert. Solche Versuche haben wir endlich in verschiedenen Zeiten gemacht, so am Anfang, während und am Ende des Semesters. Die Untersuchung der psychischen Vorgänge während des Normalzustandes zeigte sich allerdings sehr schwer. Die Beobachter achteten nicht viel auf diese Erlebnisse, da sie nicht so intensiv sind und während der Reizphase immer schon im voraus ihre Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen. Wir mußten lange darauf hinarbeiten und besonders die Ausdrucksmethode zu Hilfe nehmen, bis wir genauere Aussagen darüber erhalten konnten. Als uns das aber einmal gelang, sahen wir, daß das, was man gewöhnlich »Normalzustand« nennt, ein ziemlich kompliziertes psychisches Geschehen ist, das gewöhnlich großen Einfluß auf die seelischen Vorgänge in der nachfolgenden Reizphase ausübt. So überall, wo der »Normalzustand« untersucht wurde — man kann jedes beliebige Beispiel aus den weiter mitgeteilten Selbstbeobachtungen nehmen — sprachen die Beobachter von Spannung, innerer Unruhe, Erregung, Unlust, Interesse, Neugier usw., wenn es sich um einen Zustand vor der Reizphase handelte, und von Erholung, Beruhigung, Lust, oft auch Unlust, wenn die Aussagen sich auf den Zustand nach der Reizphase bezogen. Bei Versuchen ohne jede Reizeinwirkung, wovon auch die Beobachter benachrichtigt waren, bei denen also der reinste »Normalzustand« vorkommen sollte, konstatierten wir ebenfalls die oben aufgezählten Erlebnisse, nur in etwas geschwächter Form. Die Beobachter gaben an, daß sie sich während des Versuches für seinen Verlauf interessierten, oder sie wollten sich ruhig verhalten, und darum gerieten sie in Erregung. Erregungs- und Spannungszustände und ihre Gegensätze Beruhigung und Lösung schienen eine besondere Rolle hier zu spielen. Die Erlebnisse in dem »Normalzustande« werden immer von der bevorstehenden Reizeinwirkung beeinflußt. Vor allem ist es ein Gefühl des Tätigseins, das diesen Zustand oft beherrscht. Dieser Zustand wird auch während der Reizphase erlebt, er begleitet den ganzen Versuch und wird noch als Interesse, Akti-

vität, Tätigkeitsgefühl usw. bezeichnet. Erst am Ende des Versuches geht die Tätigkeit in Lösung über und dann in den Normalzustand, der durch Beruhigung charakterisiert ist. Der Beobachter beruhigt sich erst, wenn er sieht, daß der Versuch seinem Ende naht. Sehr oft aber wird auch am Ende des Versuches von Tätigkeitsgefühl geredet. Denn viele Beobachter fangen nach der Reizphase an, über ihre bevorstehenden Aussagen nachzudenken oder urteilen über das Gelingen des Versuches. Mit der Übung schwächt sich natürlich dieser Zustand ab, verschwindet aber nicht vollständig. Bei den »Normalzuständen«, die wir am Ende unserer Untersuchungen aufgezeichnet haben, war noch immer von Tätigkeit, Aktivität, Spannung usw. die Rede. Es werden also alle Versuche nicht nur vorbereitet, sondern auch von einem Zustande der Tätigkeit begleitet, und es muß die Untersuchung dieses Zustandes den Versuchen über die eigentlichen Grundformen der Gefühle vorangehen.

Zu den oben aufgezählten Eigentümlichkeiten des »Normalzustandes« hat uns nur die Anwendung der Ausdrucksmethode geführt. Obschon bei den ersten Versuchen die Aussagen der Beobachter nicht vielsagend waren und sich auf »ganz ruhig«, »nichts besonderes« und ähnliches beschränkten, zeigten uns oft die Ausdruckskurven gewisse Veränderungen, die nicht nur auf reine physiologische Einwirkungen zurückgeführt werden konnten. Besonders veränderlich in dieser Beziehung zeigte sich die Atmungskurve. Wie wir weiter sehen werden, sind die Atmungssymptome nicht ohne gewissen Vorbehalt anzunehmen; sie zeigen nicht eine so konstante Beziehung zu gewissen Gefühlsvorgängen wie die Pulsveränderungen, das Vorhandensein aber einer Atmungsveränderung, obschon sie uns nicht immer auf die richtige Natur des psychischen Vorgangs hinwies, zeigte uns immer, daß der Beobachter auch psychisch nicht ganz ruhig gewesen war, und daß sich auch in ihm etwas zugetragen hatte. Diese Veränderungen zwangen uns, die Aufmerksamkeit des Beobachters darauf zu lenken und durch Fragen die Lücken und die Ungenauigkeiten seiner Aussagen zu beseitigen. Es zeigte sich also schon bei der Untersuchung des Normalzustandes, wie nötig es bei der Untersuchung der Gefühle ist, die beiden Untersuchungsmethoden gleichzeitig anzuwenden.

Es muß aber gleich bemerkt werden, daß die Veränderungen in

unserem Gefühlszustande nicht immer von Veränderungen in den Ausdruckskurven begleitet waren. Bei der Betrachtung des »Normalzustandes«, sowie bei der Einwirkung gefühlsbetonter Reize aus allen Sinnesgebieten kamen wir zu der Überzeugung, daß die Gefühlszustände eine gewisse Stärke besitzen müssen, um physiologische Begleiterscheinungen hervorzurufen. Zu diesem Schlusse sind auch fast alle bisherigen Experimentatoren auf dem Gebiete der Gefühle gekommen. Eine Ausnahme macht nur die Arbeit von Brahn, wahrscheinlich hält er aber, wie wir bald sehen werden, rein physiologische Veränderungen für psychophysische. Wir konnten also ziemlich regelmäßige Ausdruckskurven erhalten, in denen keine Spur von psychischer Einwirkung zu entdecken war. Wir können darum von Normalkurven reden, wenn auch nicht von einem Normalzustand.

Bei der Betrachtung der Normalkurven, und besonders der Pulskurven, sind die rein physiologischen Veränderungen hervorzuheben, damit sie mit denen, die unter der Einwirkung von psychischen Vorgängen eintreten, nicht verwechselt werden. Da sie in allen früheren Arbeiten über die Begleiterscheinungen der Gefühle untersucht und ihre Merkmale ziemlich genau festgestellt worden sind, werden wir uns hier kurz fassen können. Die Mayerschen und Traube-Heringschen Wellen kamen bei unseren Versuchen oft zum Vorschein, nach den Auseinandersetzungen von Lehmann, Wundt und Gent konnten wir sie von den Gefühlssymptomen leicht unterscheiden. Ihre Regelmäßigkeit, sowie ihr Auftreten in einem Momente, in dem keine psychische Einwirkung vorhanden war, waren ihre Hauptunterscheidungsmerkmale. Etwas verwickelter ist die Frage nach den Veränderungen der Pulskurve unter dem Einflusse der Atmung. Wo die Atmungsschwankungen in den Pulskurven deutlich hervortreten, wie es z. B. in unserer Fig. 1 der Fall ist, kann man ihre Eigentümlichkeiten leicht ins Auge fassen. Da sieht man gleich, was z. B. auch Mentz[1]) und Gent[2]) hervorgehoben haben, daß die Pulse in der ganzen Schwankung nicht alle gleich sind; sie sind kürzer im aufsteigenden und länger im absteigenden Schenkel. Solche Atmungsschwankungen befinden sich aber auch in scheinbar ganz normalen

[1]) Mentz, Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Atmung. Philos. Stud. XI, S. 69.

[2]) Gent a. a. O., S. 719.

Pulskurven. Ihre Entdeckung, soviel uns bekannt ist, hat Martius gemacht[1]). Er fand, daß fast in jeder Pulskurve nach einigen kürzeren Pulsen einige längere folgen. Bei der Vergleichung der Puls- mit der Atmungskurve ergab es sich aber, daß diese periodischen Veränderungen der Pulslängen gerade den einzelnen Atmungen entsprachen. Unsere Versuche bestätigten vollkommen diese Behauptung. So ist in unserer Fig. 2 ein Stück Normalkurve abgebildet, in der keine ausgeprägten Atmungsschwankungen zu sehen sind, in der sie aber, wenn man die Kurve aufmerksamer betrachtet, ganz deutlich herauszulesen sind. Es folgen sich nämlich in ihr in den Grenzen einer Atmung zwei kürzere und zwei längere Pulse. Diese periodischen Veränderungen der Pulslängen unter dem Einflusse der Atmung sind nicht in jeder Kurve deutlich zu erkennen und es gehört eine gewisse Übung dazu, sie zu entdecken. Ihre Nichtberücksichtigung aber kann zu verhängnisvollen Verwickelungen führen. Als Beispiel dafür kann die Behauptung Brahns dienen, daß die untermerklichen Reize einen Einfluß auf die Pulskurve ausüben. Nach der Beschreibung, die er von diesen Veränderungen gibt (siehe seine Arbeit S. 169) stimmen sie vollständig mit den oben beschriebenen Atmungsschwankungen überein. Der Umstand, daß Brahn nur die Pulskurven registrierte, kann uns diese Verwechselung leicht erklären. Sie soll darum aber als ein warnendes Beispiel bei der Anwendung der Ausdrucksmethode dienen. Es müssen erstens immer zu gleicher Zeit die respiratorischen und vasomotorischen Kurven registriert werden, zweitens muß aber bei der Ausmessung der Pulskurven besonders auf die Atmungsperioden geachtet werden.

Der Einfluß der Atmung auf die Pulskurve beschränkt sich nicht nur auf diese bestimmten regelmäßigen Schwankungen in den Längen der Pulse, die einer Atmung entsprechen. Die Veränderung der Atmungsart kann auch einen Einfluß auf Höhe und Länge der entsprechenden Pulse ausüben. Den Einfluß der spezielleren Atmungsform auf die Pulskurven hat noch Mentz hervorgehoben. Er fand, daß bei Vertiefung und Beschleunigung der Atmung die Pulslänge abnimmt, bei Vertiefung und Verlangsamung dagegen zunimmt[2]).

[1]) Martius a. a. O., S. 417.
[2]) Mentz a. a. O., S. 69.

Ähnliche Resultate hat auch Martius erhalten. Er fand, daß die Atmungsbeschleunigung fast immer eine Pulsbeschleunigung bewirkt. In den meisten Fällen bemerkte er, daß die Pulshöhen zugleich anwachsen. Mit einer Atemvertiefung fand er auch eine Pulsbeschleunigung verknüpft[1]). Da sich bei unseren Versuchen unter der Einwirkung von gefühlsbetonten Reizen Puls und Atmung gleichzeitig veränderten, war es für die Richtigkeit unserer Ergebnisse notwendig, zu bestimmen, inwiefern die Veränderungen in den Pulskurven von den Veränderungen der Atmungsform abhängig sind. Um das zu erreichen, haben wir Versuche mit willkürlicher Veränderung der Atmung angestellt. Bei diesen Versuchen haben wir aber unsere Aufmerksamkeit nicht nur den Veränderungen der Kurven zugewendet, sondern auch die Selbstbeobachtungen der psychischen Vorgänge, die die künstliche Veränderung der Atmung begleiten, protokolliert. Der folgende Versuch kann uns als Beispiel dienen.

1/XI, 4—4 $^1/_2$ h., Beobachter Bakaloff, Normalzustand. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter auf die Ausführung des Versuches etwas gespannt. Das verlangsamte Atmen ist von Spannung und Unlust begleitet, das beschleunigte ist auch unangenehm und etwas erregend. Die Rückkehr zu der Normalatmung ist von Lust begleitet. Die oberflächliche Atmung ist von etwas Spannung, aber zugleich von Unlust begleitet. Überhaupt scheint es, daß jede willkürliche Abweichung von dem Normalatmen von Unlust begleitet ist.

Ähnlich fielen die Aussagen bei allen anderen Beobachtern aus. Es wurde meistens angegeben, daß jede willkürliche Abweichung von der Normalatmung von Unlustgefühl, das Zurückkehren zu dem Normalzustand von Lustgefühl begleitet war. Die gehemmte Atmung wurde auch meistens als spannend angegeben. In der Tabelle I geben wir einige Beispiele von Ausmessungen der entsprechenden Ausdruckskurven, von denen die erste der oben angegebenen Selbstbeobachtung entspricht. Aus der Tabelle sieht man, daß eine gewisse Veränderung der Pulslängen und Höhen unter dem Einflusse der Veränderung der Atmung stattgefunden hat. So scheint bei der Vertiefung und Beschleunigung der Atmung meistens eine Beschleunigung des Pulses einzutreten. Das kam aber in unseren Versuchen als eine allgemeine Regel nicht vor. Die 35 Versuche von dieser Art sind ebenso widerspruchsvoll, wie die oben angegebenen Bei-

[1]) Martius a. a. O., S. 488.

Tabelle I.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Bakaloff	Normales Atmen	a-b	25, 28, 21	24.67	32, 27, 28	29	6.23, 6.3, 6.25	6.26	5.5	5.5
		verlangsamt . .	b-c	29, 32, 34, 30	31.67	28, 24, 29, 27.5	27.13	6.37, 6.25, 6.32, 6.34	6.32	5.5, 5.2, 5.2, 5.3	5.3
		beschleunigt . .	c-d	16.5, 17, 19.5, 18	18	32, 34, 25, 31	30.5	6.15, 6.13, 6.24, 6.2	6.18	5, 5.5, 5.5, 5.4	5.37
		normal	d-e	25, 26, 24	25	28, 30.5, 26	28.17	6.25	6.25	5.4	5.4
		oberflächlich . .	e-f	17, 26, 20	21	17, 19, 15	17	6.23, 6.38, 6.3	6.3	5.2	5.2
		normal	f-g	24, 26.5	25.25	35, 31	33	6.25, 6.3	6.28	5.5, 5.7	5.6
2	Tritschkoff	Normales Atmen	a-b	27, 28, 26	27	18, 20, 17	18.33	6.45	6.45	5.2, 5.4, 5.2	5.3
		vertieft	b-c	25, 29, 24, 26.5	26.13	36, 32, 33, 34	33.75	6.27, 6.38, 6.32, 6.35	6.34	5.5, 5, 5.5	5.33
		oberflächlich . .	c-d	24, 22.5, 26, 23.5	24	14, 12, 16, 10	13	6.42	6.42	5	5
		normal	d-e	26, 26.5, 24.5	25.67	20, 17, 18.5	18.5	6.5	6.5	5, 5.1, 5.2	5.1
3	Pentscheff	Normales Atmen	a-b	21.8, 20.5, 25	23.4	11, 20, 29	20	6, 5.73, 6	5.91	3.5, 3.1, 3	3.2
		vertieft	b-c	22, 20.5, 19.5	20.33	42, 42, 32.5	38.83	6.14, 6, 6.06	6.07	3.5, 3.8, 3	3.4
		oberflächlich . .	c-d	17, 16.8, 17	16.93	16.5, 12, 11.5	13.33	6, 5.83, 5.83	5.89	3.4, 3.2, 3	3.2
		normal	d-e	20, 24, 23	22.33	22, 18, 16	18.33	6.1, 6, 5.87	5.99	3.5, 3.5, 3	3.33

spiele. Überhaupt haben wir bei der willkürlichen Variation der Atmung keine so großen und ausdrucksvollen Pulsveränderungen erhalten, die man etwa mit den Gefühlssymptomen vergleichen könnte. Ein Blick auf die weiter folgenden Tabellen wird das klar machen. Darum wird man diese Veränderungen mit den Gefühlssymptomen nicht leicht verwechseln können. Eine viel eindeutigere Beziehung schien zwischen diesen Pulsveränderungen und den begleitenden subjektiven Zuständen, die in den entsprechenden Selbstbeobachtungen angegeben waren, zu existieren. Es wurde immer eine Pulsverkürzung verzeichnet, wo Unlustgefühl angegeben war, und Verlängerung, wo von Lust oder Beruhigung die Rede war, eine Hemmung der Atmung wurde fast immer als spannend bezeichnet usw. Darin aber einen Beweis für die James-Langesche Theorie zu suchen, scheint uns freilich gewagt. Unsere Versuche dieser Art waren überdies zu wenig zahlreich und der Prüfung dieser Theorie nicht angepaßt. Sie beweisen aber dennoch, daß mit der Veränderung der Atmung Empfindungen verbunden sind, deren Gefühlstöne in bestimmtem Sinne auf die allgemeine Gemütslage des Beobachters einwirken.

V. Der Tätigkeitszustand.

Schon bei der Untersuchung des Normalzustandes hat sich gezeigt, daß ein besonderer subjektiver Zustand, den man als Gefühl des Tätigseins oder der Aktivität bezeichnen kann, fast den ganzen Verlauf eines psychologischen Versuches begleitet. Diesen Aussagen der Beobachter entsprachen gewisse typische Veränderungen in den Ausdruckskurven. Die Atmung fing an oberflächlicher und etwas unregelmäßiger zu werden, die Pulse beschleunigten sich und nahmen auch etwas in der Höhe zu. Dieser Zustand des Tätigseins trat besonders hervor bei der Vorbereitung der Reizeinwirkung, in der Pause zwischen dem Vorsignal und dem Reiz. Das Vorsignal, bemerkten die Beobachter, ruft immer eine Konzentration der Aufmerksamkeit hervor. Bei dem Versuche, diese Konzentration näher zu beschreiben, berichteten sie, daß nach dem Vorsignal in ihnen eine Erwartung entstand, indem sie auf den kommenden Eindruck gespannt waren. Zugleich fühlten sie sich etwas beunruhigt, erregt. Ihre psychische Aktivität war gestiegen. Daneben sprachen die Beobachter auch von

Spannungsempfindungen in dem betreffenden Sinnesorgan oder in der Stirnmuskulatur und fast immer von inneren Empfindungen, die mit der Veränderung der Atmungsart zusammenhingen. Am deutlichsten erlebte man den Zustand des Tätigseins, wenn die Beobachter gewisse geistige Arbeit zu erwarten und noch mehr, wenn sie sie zu vollziehen hatten. Dann trat der Tätigkeitszustand sehr stark hervor und sein Einfluß auf die Ausdruckskurven war deutlich zu erkennen. Nicht bei allen Versuchen aber blieben seine Bestandteile, der Spannungs- und Erregungszustand, in demselben Verhältnis. Ihr Auftreten, ihre Stärke und Aufeinanderfolge waren von verschiedenen Bedingungen abhängig und besonders: 1) von der Vorbereitung der Reizeinwirkung, 2) von der Art und Stärke des Eindrucks, 3) von der Art und Weise, wie sich der Beobachter zu den Versuchen verhielt und 4) von der Dauer der Tätigkeit selbst. Um die Natur des Tätigkeitszustandes näher zu untersuchen, sowie den Einfluß, den er auf die Ausdruckskurven ausübte, genau zu bestimmen, haben wir Versuchsreihen angeordnet, in denen die oben aufgezählten Bedingungen variiert wurden.

Etwas mehr haben wir uns mit der vorbereiteten Tätigkeit beschäftigt. Die Reize wurden fast aus allen Sinnesgebieten ausgewählt, so Zählen von unregelmäßig gezeichneten Punkten, Kopfrechnen, Ausführung von sensoriellen und muskulären Reaktionen usw. Versuche mit dem Dynamometer, die besonders von Kelchner empfohlen sind, haben sich als unausführbar erwiesen. Das Pressen des Dynamometers setzte fast den ganzen Körper in Bewegung, was die Ausdruckskurven stark beeinflußte. Doch gibt auch Kelchner selbst zu, daß bei diesen Versuchen die Symptome der Lösung nicht gut gezeichnet werden können.

Es folgen zuerst Beispiele von Versuchen, wo eine und dieselbe vorbereitete Tätigkeit von verschiedenen Beobachtern ausgeführt wurde. Die Beobachter erhielten dabei die Anweisung, den Zustand, den sie Tätigkeit oder Konzentration der Aufmerksamkeit nannten, möglichst genau zu beschreiben.

10/XI, 10—$10^1/_2$ h., Beobachter Miluscheff. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter ganz ruhig, ein schwaches Erwarten kann er doch nicht unterdrücken. Nach dem Vorzeichen wird das Erwarten etwas stärker. Die Aufgabe 34 $\times$ 22 überrascht ihn, weil er sie schwer findet; darum fühlt er im ersten Augenblick etwas Unlust. Der Beobachter fängt gleich an zu rechnen, was ihn zuerst in große Spannung

versetzt. Er rechnet die Aufgabe in zwei Absätzen aus, indem er zweimal aufatmet. Beim Rechnen fühlt er sich fortwährend beunruhigt und gespannt. Er fühlt wieder Unlust, die bis zum Ende des Versuches fortdauert. Nach der Lösung der Aufgabe starkes Aufatmen, wobei sich der Beobachter von der vorangehenden Spannung befreit fühlt. Am Ende des Versuches ist er ganz beruhigt und befriedigt.

12/XI, 9—10 h., Beobachter Stephanoff, gut gestimmt. Beim Beginne des Versuches entsteht in dem Beobachter Erwartung, die bis zum Vorzeichen wächst. Nach dem Vorzeichen wächst diese Erwartung noch mehr, sie wird aber zugleich von schwacher Erregung begleitet. Die Aufgabe 34×22 findet er sehr leicht und rechnet sie in sehr kurzer Zeit aus. Beim Ausrechnen fühlt sich der Beobachter etwas gespannt und zugleich erregt. Dabei nimmt er auch schwache innere Empfindungen wahr, die mit der Hemmung der Atmung verbunden erscheinen. Nach der Lösung der Aufgabe denkt er gleich über sie nach und freut sich, daß sie ihm so schnell gelungen ist.

Ähnlich gestalten sich die 32 Versuche dieser Art, die wir mit allen unseren Beobachtern ausgeführt haben. Man bezeichnete die Tätigkeit oder den Aktivitätszustand als einen Komplex von inneren Erlebnissen, hauptsächlich von Spannung und Erregung. Erst in zweiter Reihe wurden Spannungsempfindungen, Lust und Unlust hervorgehoben, die aber nicht als konstante Bestandteile vorkamen. Diese Aussagen der Beobachter finden eine objektive Stütze in den entsprechenden physiologischen Begleiterscheinungen. In Tabelle II sind die Veränderungen in Puls und Atmung, die den oben angegebenen Selbstbeobachtungen entsprechen, zusammengestellt. Wir sehen daraus, daß noch nach dem Vorzeichen, wenn nicht ein Aufatmen auftritt, die Atmung oberflächlicher zu werden anfängt. In dem ersten Teile der Reizphase wird sie noch oberflächlicher, in dem zweiten gesellt sich oft auch eine Unregelmäßigkeit dazu. Der Puls wird noch nach dem Vorzeichen etwas verkürzt, diese Verkürzung dauert nach der Einwirkung fort und wird besonders größer in dem zweiten Teile der Reizphase. Es besteht in den objektiven Symptomen ein ziemlich deutlicher Unterschied zwischen den Pulslängen in dem ersten und zweiten Teile derjenigen Phase der Pulskurve, die der geistigen Tätigkeit entspricht. Es ist oft auch ein Unterschied in den Pulshöhen zu bemerken. So oft nicht die Rede von Unlust war, nahm die Höhe der Pulse gegen Ende des Versuches zu. Also auch aus den objektiven Symptomen, die bei allen Beobachtern übereinstimmen, können wir den Schluß ziehen, daß es sich bei der vor-

Tabelle II.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Milutscheff	Normalzustand.	a-b	26, 28	27	42, 38.5	40.25	7.6	7.6	5.2	5.2
		»jetzt«	b-c	24	24	32.5	32.5	7.6	7.6	5	5
		34 × 22 . . .	c-d	25, 15, 8	16	4, 14, 20	12.67	7	7	4	4
			d-e	39, 19, 25	27.67	15, 24, 7	15.33	6.67, 6.67, 6.5	6.62	4.2, 4.2, 4	4.13
		Lösung	e-f	24	24	44	44	6.5	6.5	4.2	4.2
		Normalzustand.	f-g	21, 20, 24	21.67	23, 17, 18	19.33	7.56, 8.15, 7.81	7.84	5	5
2	Tritschkoff	Normalzustand.	a-b	23, 20, 20	21	15, 12, 12	13	5.4	5.4	6.8	6.8
		»jetzt«	b-c	20, 22	21	10, 8	9	5.4, 5.6	5.5	7	7
		34 × 22 . . .	c-d	24, 19	21.5	7, 6.5	6.75	5.2, 4.8	5	7	7
			d-e	18, 17, 18, 20, 19	18.4	8, 10, 8, 8.5, 11	9.1	4.7, 4.5, 4, 4, 4.3	4.3	7, 7.2, 7.5, 7.5, 7.2	7.28
		Lösung	e-f	17, 20	18.5	13.5, 12	12.75	4, 4.6	4.3	7	7
		Normalzustand.	f-g	21, 22, 24	22.33	12, 12.5, 14	12.83	5, 5.5	5.25	7.2	7.2
3	Stephanoff	Normalzustand.	a-b	38, 39, 37.5	38.17	15, 21, 17	17.67	5.6, 5.54, 5.57	5.57	5.4	5.4
		»jetzt«	b-c	24, 26	25	8, 10	9	5.5	5.5	5.4	5.4
		34 × 22 . . .	c-d	16, 24	20	4, 13.5	8.75	5.5	5.5	5.6	5.6
		Lösung	d-e	29	29	25.5	25.5	5.08	5.08	5	5
		Normalzustand.	e-f	26, 29, 30.5	28.75	13.5, 10.5, 10	11.33	5.4	5.4	5.8, 6.2, 6	6

bereitenden Tätigkeit um eine Verbindung von zwei seelischen Zuständen handelt, von denen der eine in der Anfangsphase, der andere in der Endphase vorherrscht. Die Selbstbeobachtungen zeigen uns, daß der erste Vorgang eine innere Spannung, der zweite eine innere Erregung ist.

In den nächstfolgenden Beispielen, bei denen verschiedene Arten von vorbereiteter Tätigkeit bei einem und denselben Beobachter vorliegen, finden die oben gefundenen Tatsachen eine weitere Stütze. Als Beispiele können uns die Versuche mit dem Beobachter Filkoff dienen. Er war vor jedem Versuche benachrichtigt, was für ein Versuch kommen werde. Der Anfang der Bewegung des Kymographions diente ihm als Vorzeichen.

14/XI, 2—3 h. Zählen von unregelmäßig gezeichneten Punkten. Beim Beginne des Versuches fühlt sich der Beobachter ganz ruhig. Der Reiz wird fast nicht erwartet. Bei dem Vorzeichen »jetzt« öffnet er die Augen und zählt die vielen unregelmäßig gezeichneten Punkte. Die Konzentration der Aufmerksamkeit auf das Bild ruft zuerst große Spannung hervor, die Unregelmäßigkeit der Punkte verursacht in ihm aber auch Unlustgefühl. Nachdem der Beobachter sich einen Augenblick besonnen hat, wie er die Punkte gruppieren soll, fängt er an zu zählen. Er fühlt sich dabei gespannt und etwas unruhig. Der Beobachter empfindet auch starke Spannung in den Muskeln an der Stirne und um die Augen, sowie eine Erschwerung der Atmung. Gegen die Mitte des Versuches gelingt es ihm, die Punkte in zwei Gruppen zu teilen, dann atmet er auf. In diesem Augenblicke wird sein Bewußtsein nur von der Zahl der schon gezählten Punkte und von dem Bilde des letzten Punktes, der gezählt ist, beherrscht. Das Aufatmen ist von Unlust begleitet, der Beobachter ärgert sich, daß er das Zählen unterbrochen hat. Er fängt von neuem an weiter zu zählen, das Zählen geht etwas schneller, doch fühlt er sich wieder erregt und gespannt zugleich. Da die Punkte in diesem Teile etwas regelmäßiger gezeichnet sind, läßt die Spannung bald etwas nach. Nach dem Vollenden des Zählens atmet der Beobachter wieder auf und fängt an, sich zu beruhigen. Da er aber den Versuch als mißlungen betrachtet, fühlt er sich etwas deprimiert.

14/XI, 2—3 h. 36×14. Beim Beginne des Versuches fühlt sich der Beobachter etwas erregt. Die Aufgabe 36×14 scheint ihm schwer zu sein, darum wird er gespannt. Er fühlt aber zugleich eine innere Unruhe, die allmählich wächst. Diese Unruhe dauert auch nach der Lösung der Aufgabe fort. Der Beobachter prüft gleich nach der Lösung noch einmal, ob er die Aufgabe gut gelöst hat, und erst dann atmet er auf, indem er sich damit von der bei der Arbeit ihn beherrschenden Spannung befreit. Am Ende des Versuches fühlt er sich ganz beruhigt.

14/XI, $2^1/_2$—3 h. Reaktion. Beim Beginne des Versuches fühlt sich

der Beobachter viel ruhiger als bei dem vorangehenden Versuche. Schwaches Erwarten. Bei dem Vorzeichen atmet er auf, gleich danach aber fühlt er sich sehr stark gespannt und empfindet, wie seine Atmung erschwert wird. Mit der Spannung verbindet sich bald starke Unruhe, die immer stärker wird, weil der Metronomschlag, nach dem der Beobachter reagieren muß, sich etwas verspätet. Seine Hand ist besonders stark gespannt. Bei dem Metronomschlage reagiert er schnell und atmet dabei stark und lang auf. Der Beobachter denkt einige Augenblicke über den Versuch nach, geht in den Normalzustand über und fühlt sich am Ende des Versuches ganz beruhigt.

Aus diesen und vielen ähnlichen Aussagen kamen wir zu dem Schlusse, daß der Tätigkeitszustand bei verschiedenen Arten von geistiger Arbeit dieselben Bestandteile aufweist. Er ist eine Verbindung von Spannung und Erregung, eine innere Unruhe, wie man es oft nannte. Bei der vorbereiteten geistigen Arbeit scheint sich aber die Spannung schneller zu entwickeln, und darum ist sie am Anfange der herrschende Zustand; allmählich mit der Entwicklung der Arbeit kommt die Erregung zur Geltung, um gegen Ende des Versuches die herrschende zu sein. Die entsprechenden objektiven Symptome, die in Tabelle III zusammengestellt sind, bestätigen diese aus der Selbstbeobachtung erhaltenen Resultate. Doch scheint es bei ihnen, daß die Spannung und die Erregung nicht den gleichen Einfluß auf Atmung und Puls ausüben. Die der Spannung eigentümlichen Symptome kommen bei der Tätigkeit mehr in der Atmungskurve zum Ausdruck, die der Erregung in der Pulskurve.

Etwas verändert fallen die Resultate aus, wenn die zu vollziehende Arbeit unvorbereitet kommt. Als Beispiele dafür können uns die folgenden Versuche dienen. Bei ihnen wird von den Beobachtern ein bestimmter Reiz erwartet, und statt mit diesem wirkten wir plötzich auf sie mit einem ganz anderen ein.

13/XI, $4\frac{1}{2}$—5 h. Beobachter Bakaloff, Normalzustand. Am Beginne des Versuches ist der Beobachter ganz ruhig. Er erwartet den Befehl sich zu beruhigen. Plötzlich erhält er die Aufgabe 34 $\times$ 12. Das wirkt auf ihn überraschend und erregt in ihm Unlustgefühl. Der Beobachter besinnt sich einige Augenblicke, ob er die Lösung der Aufgabe vornehmen soll. Dann wiederholt er sie im Kopfe und fängt an zu rechnen. Mit dem Rechnen fängt an die Erregung, die bei der Überraschung sehr stark gewesen ist, nachzulassen, und gegen Ende des Rechnens fühlt der Beobachter hauptsächlich geistige Spannung. Nach der Lösung der Aufgabe atmet er auf, kann sich aber nicht gleich beruhigen, da er zweifelt, ob er die Aufgabe richtig gelöst hat. Darum fühlt er

Tabelle III.

Nr.	Datum	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	14/XI	Normalzustand.	a-b	26, 29, 30	28.33	25, 34.5, 24	27.83	5.8	5.8	3.5	3.5
		Punktezählen .	b-c	33, 18, 20	23.67	9, 20, 8	12.33	5.8, 5.77, 5.74	5.77	3.1, 3, 2.9	3
		Aufatmen . . .	c-d	22, 21	21.5	29, 53	41	5	5	2.8	2.8
		zweite Phase .	d-e	18, 24, 26	22.67	35, 24, 19	26	4.92, 4.84, 4.85	4.87	4	4
		Lösung	e-f	21.5, 20	20.75	16, 37	26.5	5	5	3	3
		Normalzustand.	f-g	25, 25, 28	26	34.5; 48, 50	44.17	5.36, 5.38, 5.40	5.38	3.5	3.5
2	14/XI	Normalzustand.	a-b	20, 18, 20, 18	19	25, 22, 27, 20	23.5	4.25, 4.25, 4.23, 4.23	4.24	7	7
		36 × 14 . . .	b-c	29, 20, 11	20	56, 22.5, 5.5	26	3.76	3.76	7, 7.5, 7.8	7.43
		Nachprüfen . .	c-d	19, 19, 20.5	19.5	14, 16.5, 11.5	14	3.75	3.75	7.5, 7.2, 7.8	7.5
		Lösung	d-e	21, 25, 17	21	47, 13, 46	35.33	3.82	3.82	7.5, 7.2, 7	7
		Erregung . . .	e-f	22, 23	22.5	37, 39	38	4, 4.2	4.1	7	7
		Normalzustand.	f-g	20, 20	20	35, 34	34.5	4.23	4.23	7.2	7.2
3	14/XI	Normalzustand.	a-b	27, 24, 23.5	24.83	28, 33, 28	29.67	4.63	4.63	6.2, 6.4, 6.2	6.27
		Aufatmen . . .	b-c	25, 20	22.5	14, 48	31	4.55	4.55	6.2	6.2
		Reaktion . . .	c-d	18, 20, 25	21	29, 12, 8	16.33	4.48, 4.36, 4.36	4.40	6.2, 6.5, 6.8	6.5
		Lösung	d-e	23, 24, 25	24	33.5, 33, 33	33.17	4.31	4.31	6.4, 6.2, 6.2	6.27
		Nachdenken . .	e-f	23, 22	22.5	23, 14	18.5	4.55	4.55	6.2	6.2
		Beruhigung . .	f-g	21, 25, 22.5	22.83	33, 21.5, 16	23.5	5.15, 5.24, 5.27	5.22	6	6

wieder schwache Unlust. Der Beobachter fühlt sich auch wieder etwas gespannt. Erst gegen Ende des Versuches fängt er an ruhiger zu werden.

15/XI, 11—11½ h. Beobachter Pentscheff, Normalzustand (Fig. 3). Beim Beginne des Versuches fühlt sich der Beobachter etwas gespannt. Er wartet auf Befehl für Beruhigung. Plötzlich erhält er die Aufgabe 46 × 14. Die Überraschung darüber ist aber sehr schwach. »Er will einen Versuch mit unvorbereiteter Einwirkung machen« denkt er in sich. Der Beobachter bleibt dabei ziemlich ruhig. Er fängt an zu rechnen, was ihn in Spannung versetzt, bald fühlt er sich auch etwas erregt. Nach der Lösung der Aufgabe atmet er auf und fühlt sich dabei für einen Augenblick von der vorangehenden Spannung befreit. Unwillkürlich fängt der Beobachter an die Lösung zu prüfen, es fällt ihm aber ein, daß er das nicht tun soll, und das macht ihn wieder etwas erregt. Am Ende des Versuches ist er ziemlich beruhigt.

Ähnlich gestalteten sich die Selbstbeobachtungen der anderen Beobachter. Sie zeigen uns, daß es sich auch bei der unvorbereiteten Tätigkeit um dieselben psychischen Erlebnisse handelt, daß aber ihre Reihenfolge umgekehrt wird. Mit der Überraschung, die im Anfange des Versuches die Reizeinwirkung hervorruft, entwickelt sich eine ziemlich starke Erregung, die aber bald der Spannung Platz macht. Und diese Reihenfolge spiegelt sich auch in den objektiven Symptomen. Wenn man ihre Zusammenstellung in Tabelle IV betrachtet, bemerkt man, daß auch bei ihnen eine Umkehrung stattgefunden hat. Während die Atmung sich durch die ganze Reizphase meistens oberflächlich und unregelmäßig zeigt, werden die Pulse in der ersten Phase stark verkürzt, um in der zweiten sich etwas zu verlängern. Ja, es kamen Fälle vor, wie z. B. mit Stephanoff, daß die Pulse in der zweiten Phase die Normallänge überschritten. Die Veränderung der Reihenfolge der Spannung und Erregung kam aber nur dann vor, wenn die Reizeinwirkung wirklich unvorbereitet war und überraschend auf den Beobachter wirkte. War das nicht der Fall, wie z. B. in dem Versuche mit Pentscheff, so war der Verlauf der subjektiven Erlebnisse, wie auch der ihnen entsprechenden objektiven Symptome, genau so wie bei der vorbereiteten Tätigkeit. Dieser Fall lehrt uns zugleich, wie gewagt es ist, einen prinzipiellen Unterschied zwischen vorbereiteter und unvorbereiteter Aufmerksamkeit zu machen, anderseits zeigt er uns aber, daß viele von den Widersprüchen in den objektiven Symptomen erklärt werden können, wenn die ihnen zugrunde liegenden psychischen Erscheinungen genau angegeben werden. Auch bei den folgenden Versuchen kamen wir

Tabelle IV.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Bakaloff	Normalzustand .	a-b	33, 28, 28	29.67	11, 15, 12	12.67	6.64	6.64	6, 5.5, 6	5.83
		plötzlich 34 × 12	b-c	19, 29, 19.5	22.5	5, 12.5, 8	8.5	6.52, 6, 5.75	6.09	5.8, 5.2, 5.5	5.5
			c-d	30, 22, 20, 22, 16	22	3, 4, 2, 2.5, 5	3.3	6.2, 6.06, 6.06, 6.06, 6.17	6.11	6, 6, 5.8, 6.2, 6.2	6.04
			d-e	49	49	2.5	2.5	6.5	6.5	6	6
		Lösung	e-f	15, 20	17.50	4, 11	7.5	6.08	6.08	5.8	5.8
		Normalzustand .	f-g	24, 21, 22	22.33	12, 9, 8	9.67	6.38	6.38	6, 6.2, 6.1	6.1
2	Stephanoff	Normalzustand .	a-b	35, 36.5	35.75	17, 11	14	5.92	5.92	5.2	5.2
		Spannung . . .	b-c	30, 35, 24.5	29.83	17, 11, 14	13.67	6.5, 5.84, 5.75	6.03	6, 5.5, 5.4	5.57
		plötzlich 84 × 26	c-d	13, 10	11.5	4,2	3	5.75	5.75	5	5
			d-e	10, 12, 18	13.33	3, 3, 15	7	6.3	6.3	5.5, 6, 6	5.83
		Lösung	e-f	22, 28	25	23, 28	25.5	5.7	5.7	5.5	5.5
		Erregung	f-g	26, 25, 25	25.33	11, 15, 15	13.67	5.65	5.65	6, 5.5, 5.2	5.57
		Normalzustand .	g-h	28, 25, 30	27.67	12, 18, 12	14	6	6	5.5	5.5
3	Pentscheff	Normalzustand .	a-b	20, 20, 20, 21	20.25	15, 16, 15, 12	14.5	6.8, 6.8, 7, 7	6.9	9, 9, 9.5, 9.5	9.25
		plötzlich 46 × 14	b-c	28, 33	30.5	23, 21	22	6.67	6.67	9.5, 9.8	9.65
			c-d	21, 32, 31, 29	28.25	15, 18, 21, 17.5	17.87	6.33, 6.5, 6.5, 6.3	6.46	9.2, 9.5, 10, 10	9.68
		Lösung	d-e	28, 21.5	24.75	42, 32	37	6.2, 6.1	6.15	9, 8.8	8.9
		Unruhe.	e-f	20, 21	20.5	11, 18	14.5	6	6	9.5	9.5
		Normalzustand .	f-g	25	25	16	16	6.5	6.5	8.8	8.8

oft zu dem Schlusse, daß es, wo von widerspruchsvollen Resultaten der Ausdrucksmethode die Rede sein kann, sich meistens um Symptome verschiedener psychischer Vorgänge handelt.

Auch die Intensität der geistigen Arbeit übte einen besonderen Einfluß auf die Zusammensetzung des Tätigkeitszustandes aus. In einer Reihe von Versuchen haben wir diesen Einfluß in Untersuchung gezogen. Die Versuche, die wir mit dem Beobachter Dimitroff ausgeführt haben, können uns als Beispiele dienen.

3/XII, $2\frac{1}{2}$—3 h. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter benachrichtigt, daß es sich um Versuche mit Kopfrechnen handelt, darum ist er auf die kommende Aufgabe etwas gespannt. Die Aufgabe 25×6 macht ihm keinen besonderen Eindruck, sie scheint ihm sehr leicht zu sein. Der Beobachter löst sie sehr schnell und leicht, indem er dabei nur eine geistige Spannung fühlt. Von begleitenden Spannungsempfindungen kann er nichts berichten. Nach der Lösung der Aufgabe atmet er leicht auf, indem er zugleich eine Erleichterung und Lust als Folge der gut und schnell vollzogenen Arbeit in sich verspürt. Diese Stimmung erhält sich auch während des folgenden Normalzustandes. Die zweite Aufgabe 15×12 bewirkt zuerst eine starke Konzentration seiner Aufmerksamkeit, die ihn in große geistige Spannung versetzt. Der Beobachter nimmt auch deutlich Spannungsempfindungen in der Stirnmuskulatur wahr, dabei auch eine Erschwerung der Atmung. Dann wird er etwas aktiver, erregter, und diese Erregung steigert sich mit der Arbeit. Ein langes und tiefes Aufatmen folgt der Lösung der Aufgabe, die ihm eine Erleichterung bringt. Da der Beobachter an der Richtigkeit der Lösung zweifelt, kann er sich bis zum Ende des Versuches nicht ganz beruhigen.

3—$3\frac{1}{2}$ h. Nach einer Pause von fünf Minuten wird der Versuch fortgesetzt. Der Beobachter fühlt sich anfangs etwas gespannt. Unwillkürlich fängt er an, über den Versuch nachzudenken, und in diesem Zustande trifft ihn das Vorbereitungszeichen. Das macht ihn etwas erregt, doch diese Erregung übt keinen besonderen Einfluß auf seine Stimmung aus. Die Aufgabe 34×22 überrascht ihn, weil er sie für sehr schwer hält. Das ruft darum auch Unlust in ihm hervor. Das Rechnen ist mit großer innerer Spannung verbunden, die von Spannungsempfindungen in der Stirnmuskulatur begleitet ist. Der Beobachter fühlt sich dabei unruhig und erregt. Diese Erregung wächst mit der Arbeit. Die Lösung der Aufgabe ist von starker Aufatmung begleitet, die ihm große Erleichterung bringt. Mit ihr ist zugleich etwas Lust verbunden. Doch die Erregung dauert auch nach dem Aufatmen fort, und der Beobachter kann sich bis zum Ende des Versuches nicht ganz beruhigen.

Aus diesen Beispielen sieht man also, je leichter die Arbeit ist, je weniger sie unsere Aktivität in Anspruch nimmt, desto kleiner ist die Erregung und umgekehrt, die schwierigere Arbeit ruft eine größere Erregung hervor. Im letzten Falle tritt oft auch Unlustgefühl dazu,

und wenn eine gewisse Grenze überschritten wird, geht der Gefühlsvorgang in Affekt über. Die objektiven Symptome, die den obigen Selbstbeobachtungen entsprechen, haben wir in der Tabelle V zusammengestellt. Sie bestätigen vollständig die eben erwähnten Ergebnisse. Überall sehen wir eine Hemmung der Atmung, die um so größer wird, je intensiver die Tätigkeit wird. Deutlicher spiegeln sich die Veränderungen der geistigen Erlebnisse während des Tätigkeitszustandes in der Pulskurve ab. Sie gestaltet sich am regelmäßigsten bei der leichtesten Aufgabe. Die Pulse werden während des Rechnens verlängert, was genau der Spannung in den Selbstbeobachtungen entspricht. Diese Verlängerung tritt uns aber bei der Lösung der zweiten Aufgabe nicht entgegen. Diese Aufgabe ist bedeutend schwieriger und darum auch von Erregung begleitet, die entsprechenden Pulse sind verkürzt, etwas weniger in der ersten Phase, mehr in der zweiten. Zugleich nehmen die Höhen der Pulse zu. Bei der dritten Aufgabe, wo wir noch schwierigere Arbeit haben, ist die Verkürzung der Pulse noch größer, es tritt aber in der ersten Phase auch eine Verminderung ihrer Höhe ein. Wie unsere weiteren Versuche zeigen werden, ist diese Erniedrigung der Pulse dem begleitenden Unlustgefühl zuzuschreiben. Solche Versuchsreihen mit allen unseren Beobachtern führten uns zu ähnlichen Ergebnissen. Sie zeigten uns, daß das Vorhandensein und die Stärke der Erregung von der Intensität der geistigen Arbeit abhängig ist.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen wir in einer anderen Reihe von Versuchen, bei denen wir die Dauer des Tätigkeitszustandes variierten. Es zeigte sich bei ihnen, daß, je länger die Tätigkeit ist, desto größer die Erregung wird. Um das zu bestimmen, wählten wir solche Reize, bei denen gleich nach ihrer Einwirkung eine möglichst kleine Erregung entstand, wir gingen also von Versuchen aus, bei denen die Spannung vorherrschend war. Das kam aber am besten bei Erwartung gewisser mittelstarker Eindrücke vor, z. B. bei Erwartung eines Metronomschlages. Ein erster Metronomschlag sollte uns als Vorzeichen für den nach einiger Zeit kommenden zweiten dienen. Wir variierten dann die Länge der Pause zwischen diesen zwei Metronomschlägen und betrachteten, was für Veränderungen in den entsprechenden psychischen Vorgängen eintreten. Der folgende Versuch kann uns als Beispiel dienen.

Tabelle V.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Dimitroff	Normalzustand.	a-b	26, 23, 24.5	24.5	18.5, 17, 16	17.17	7.15	7.15	5	5
		24 × 5. . . .	b-c	25.5, 23, 27	25.17	17, 12, 15.5	14.83	7.4, 7.75, 7.35	7.5	5, 5.2, 5.1	5.1
		Aufatmen . . .	c-d	22	22	20	20	6.88	6.88	5.2	5.2
		Normalzustand.	d-e	24, 22, 25.5	23.83	18.5, 19, 17.5	18.33	7.2	7.2	5.3	5.3
		15 × 12 . . .	e-f	28, 24	26	12, 10.5	11.25	7	7	5.4, 5.2	5.3
			f-g	18, 24.5, 26	22.83	23, 17, 14.5	18.17	6.8, 6.4, 6.3	6.5	5.4	5.4
		Lösung	g-h	23, 30	26.5	26, 24	25	6.25	6.25	5	5
		Normalzustand.	h-i	27, 25	26	23, 21	22	6.93	6.93	5.1	5.1
2	Dimitroff	Normalzustand.	a-b	22, 24	23	30.5, 30	30.25	7.3, 7.26	7.28	7	7
		Nachdenken . .	b-c	17, 18	17.5	14, 22	18	7.17	7.17	7	7
		»jetzt«	c-d	21, 19	20	24.5, 22.5	23.5	7.1, 6.9	7	7	7
		34 × 22 . . .	d-e	16, 25, 18	19.67	11, 5, 11	9	6.85, 6.82, 6.69	6.78	7	7
			e-f	16, 16, 20, 15, 18, 15	16.67	7, 10.5, 9, 9, 9.5, 6	8.5	6.44, 6.44, 6.18, 6.18, 6.1, 6.1	6.24	6.8	6.8
			f-g	24	24	14	14	5.7	5.7	7.5	7.5
		Lösung. . . .	g-h	18, 18	18	31, 18.5	24.75	5.6	5.60	7	7
		Normalzustand.	h-i	22	22	11	11	6.63	6.63	8	8

11/XI, 11—11½ h. Beobachter Pentscheff. Pausen von 8 Sek. und 10 Sek. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter vollkommen ruhig. Bei dem ersten Metronomschlage, der als Vorzeichen dient, fängt er an, auf den zweiten Schlag zu warten, was ihn in große Spannung versetzt. Die Spannung wächst allmählich, und da der zweite Schlag nach seiner Auffassung nicht zur rechten Zeit erfolgt, sondern sich etwas verspätet, wird die Spannung noch größer und der Beobachter hört fast auf, zu atmen, was er deutlich empfindet. Es verbindet sich aber damit zugleich eine größere innere Unruhe, die von Unlustgefühl begleitet ist. Bei dem Metronomschlage atmet der Beobachter sehr stark auf, ohne sich aber dabei gleich von dem Unlustgefühle zu befreien. Erst allmählich fühlt er eine Erleichterung, die von Lust begleitet ist. Dieser Zustand wird aber durch den dritten Metronomschlag unterbrochen. Er weckt in ihm wieder Spannung, die die Vorbereitung des Bewußtseins für die Aufnahme des folgenden Eindrucks ausdrückt. Da die Pause sich in die Länge zieht, entsteht wieder neben der Spannung eine Erregung, die größer als in dem ersten Falle ist. Bei dem vierten Metronomschlag tritt ein starkes und langes Aufatmen ein, das von einer Abspannung der Muskeln in dem ganzen Körper begleitet wird. Der parallelgehende geistige Vorgang ist die Befreiung des Bewußtseins von der vorangehenden großen Spannung. Das bewirkt eine große Erleichterung, die mit ziemlich starker Lust verbunden ist.

Die objektiven Symptome, die diesen Aussagen entsprechen (siehe Tabelle VI), stimmen vollkommen mit ihnen überein und damit auch mit den bis jetzt erhaltenen Resultaten. So wird gleich nach dem Reize die Atmung oberflächlich und gedehnt, die Pulse werden in dem ersten Teile der Reizphase etwas verlängert, bald verkürzen sie sich aber, und wenn keine Unlust vorhanden ist, wie bei dem zweiten Versuche, nehmen sie auch in der Höhe zu. Und es zeigt sich auch bei der Betrachtung der Ausdruckskurven, daß, je größer die Reizphase, desto stärker die Verkürzung der Pulse ist. Wir kommen also zu dem Schlusse, daß mit der Verlängerung der Dauer der geistigen Tätigkeit die Erregung wächst.

Wenn wir uns endlich über den Einfluß, den die Individualität des Beobachters auf die Gestaltung des Tätigkeitszustandes ausübt, orientieren wollen, so brauchen wir nur die schon angegebenen Beispiele für vorbereitete und unvorbereitete Tätigkeit etwas näher zu betrachten. In allen diesen Beispielen kommen die Differenzen hauptsächlich auf Rechnung der Erregbarkeit des Beobachters. Wie es sich auch bei den weiteren Versuchen oft gezeigt hat, werden sehr viele der Beobachter von der Reizeinwirkung schnell in Erregung versetzt, so daß die Erregung ein eigentümliches Gepräge der psy-

Tabelle VI.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung Länge Einzelatmungen	Atmung Länge Mittel	Atmung Höhe Einzelatmungen	Atmung Höhe Mittel	Puls Länge Atmungsperioden	Puls Länge Mittel	Puls Höhe Atmungsperioden	Puls Höhe Mittel
1	Pentscheff	Normalzustand .	a-b	20.5, 18, 20, 21	19.37	25, 21, 19, 23.5	22.12	6.96	6.96	5	5
		Spannung 8" .	b-c	20, 18	19	3, 2	2.5	7	7	5.2	5.2
			c-d	26	26	flach	—	6.88	6.88	4.8	4.8
		Lösung	d-e	17	17	38	38	6	6	4.8	4.8
		Normalzustand .	e-f	16, 22, 21	16.33	17, 14, 14	15	7.70, 7.16, 7.13	7.13	6	6
		Spannung 10" .	f-g	30, 27	28.5	5, 17	11	7	7	5.2, 4.8	5
			g-h	26	26	18	18	6.5	6.5	5.5	5.5
		Lösung	h-i	25, 15	20	23, 52	37.5	6.84, 6.94	6.89	5.6, 5.2	5.4

chischen Erlebnisse während der Reizphase gab und dem entsprechend die Symptome der Erregung über alle anderen dominierten. Andere

Beobachter dagegen verhielten sich ruhiger gegen die Einwirkung, und die Konzentration der Aufmerksamkeit auf den betreffenden Eindruck war bei ihnen durch größeres Hervortreten der Spannung charakterisiert. Während dieses verschiedene Verhalten der Beobachter bei der vorbereiteten Tätigkeit nicht deutlich zum Vorschein kam, trat es besonders stark in den Versuchen über die unvorbereitete Tätigkeit in Erscheinung, bei der die Erregung eine viel größere Rolle spielt. Da konnten wir die individuellen Unterschiede reichlich studieren. So z. B. in unseren Beispielen in Tabelle IV und den ihnen entsprechenden Beobachtungen. Da ist das Verhältnis der Erregung und der Spannung bei den verschiedenen Beobachtern sehr verschieden, je nachdem sich der Beobachter schnell erregen kann oder nicht. Während z. B. bei Bakaloff die Erregung gleich nach der Reizeinwirkung stark hervortritt und, obwohl geschwächt, die ganze Reizphase beherrscht, tritt bei Stephanoff nach der Erregung bald eine Beruhigung ein, bei der die Spannung der herrschende Zustand wird, endlich gestalten sich bei Pentscheff die psychischen Vorgänge und die entsprechenden Symptome ebenso wie bei der vorbereiteten Tätigkeit. Die Versuche, die wir mit den anderen Beobachtern vorgenommen haben, sind ähnlich ausgefallen. Während bei einigen Beobachtern jede geistige Anstrengung eine ziemlich starke Erregung hervorrief, verhielten sich die anderen ziemlich ruhig.

Fassen wir jetzt unsere Ergebnisse kurz zusammen: Aus unseren Versuchen geht hervor, daß wir es bei dem Zustande des »Tätigseins«, der »geistigen Aktivität« oder »Konzentration der Aufmerksamkeit« mit einem zusammengesetzten psychischen Vorgange zu tun haben, der hauptsächlich aus zwei psychischen Vorgängen besteht — Spannung und Erregung. Je nach den Umständen kann der eine oder der andere von diesen Vorgängen vorherrschen, gewöhnlich aber dominiert die Erregung, die der Tätigkeit ihren eigentümlichen Charakter gibt. Einen Beweis dafür findet Gent, der zu demselben Schlusse kommt, auch in der Tatsache vor, daß »dem Tätigkeitsgefühl als Kontrastgefühl offenbar das Gefühl der Beruhigung zugeordnet werden muß; letzteres aber bildet bereits das Kontrastgefühl zum Gefühl der Erregung als einem Elementargefühle«[1]. Diesen Er-

[1]) Gent a. a. O., S. 749.

gebnissen der Selbstbeobachtung entsprechen ganz bestimmte Veränderungen in den Ausdruckskurven. So wird die Atmung während des Tätigkeitszustandes immer oberflächlicher, manchmal unregelmäßig und gedehnt. Sie scheint mehr von der Spannung abhängig zu sein. Die Pulse werden im ganzen verkürzt, es lassen sich aber bei ihnen verschiedene Phasen unterscheiden, die der Verteilung der psychischen Vorgänge genau entsprechen. Während die Spannung der herrschende Zustand ist, sind die Pulse etwas verlängert; dominiert die Erregung, so verkürzen sie sich und ihre Höhe nimmt zugleich zu. Die Pulsveränderungen scheinen jedenfalls leichter unter der Einwirkung der Erregung zustande zu kommen.

Mit der Untersuchung der »Konzentration der Aufmerksamkeit« beschäftigen sich die meisten Psychologen, die bei der Untersuchung der Gefühle die Ausdrucksmethode anwenden. Es liegen viele Versuche, sowohl über die vorbereitete, als auch über die unvorbereitete Konzentration der Aufmerksamkeit vor. Es handelt sich aber bei ihnen hauptsächlich um die Bestimmung ihres Einflusses auf den Puls und die Atmung, also nur um die Feststellung der ihr entsprechenden objektiven Symptome. Eine nähere Analyse der geistigen Tätigkeit liegt nur bei Gent vor, seine Angaben darüber sind leider zu kurz und einsilbig, da das Hauptgewicht auch in seiner Arbeit auf der Feststellung der objektiven Symptome liegt; sie stimmen aber mit unseren vollkommen überein.

Die Feststellung der objektiven Symptome des Tätigkeitszustandes sieht beim ersten Blick ganz widerspruchsvoll aus. Es finden sich große Widersprüche zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Psychologen. Das hat einen von ihnen, Stevens, bewogen, eine Zusammenstellung der Ergebnisse der meisten bisherigen Arbeiten zu machen, um zu zeigen, daß eine Symptomatik der Aufmerksamkeit nicht feststellbar sei[1]). Die Angabe äußerer Widersprüche beweist uns aber noch nicht, daß die betreffende Aufgabe unlösbar gewesen ist. Man muß von der Analyse der entsprechenden geistigen Vorgänge ausgehen und dann festzustellen versuchen, worauf diese Widersprüche hinweisen. Erst dann kann man sich über die Ergeb-

[1]) Stevens, A plethysmographic study of attention. The Am. Journal of Psychology 1905, S. 104.



nisse einer Reihe von Untersuchungen abfällig aussprechen. Eine nähere Betrachtung der Resultate der besten bisherigen Untersuchungen bei Zuhilfenahme der entsprechenden Selbstbeobachtungen, soweit das nur möglich ist, wird uns aber zeigen, daß trotz der noch unvollkommenen Untersuchungsmethode die erhaltenen Ergebnisse nicht so untröstlich aussehen. Die Widersprüche liegen nicht in ihnen selbst, sondern in der Unbestimmtheit des Untersuchungsmaterials, indem man die Symptome verschiedener psychischer Vorgänge verwechselt, oder in der einseitigen Anwendung einer noch nicht vollkommen ausgebildeten Methode. So nimmt nach Delabarre, der den Einfluß der Aufmerksamkeit nur auf die Atmung feststellen will, bei der geistigen Tätigkeit die Atmung an Häufigkeit zu und an Tiefe ab[1]). Auch die Ergebnisse von Mentz fallen mit den unseren zusammen, wenn man nur die Bedingungen berücksichtigt, unter denen seine Versuche erfolgt sind. So berichtet er uns, daß die Beobachter die Anweisung bekommen haben, bei Versuchen über vorbereitete Aufmerksamkeit »starke Aufmerksamkeit« anzuwenden, bei der unvorbereiteten nur insoweit aufmerksam zu sein, »als der Reiz selbst dazu veranlasse«[2]). Man sieht also, daß den Beobachtern angegeben war, im ersten Falle sich möglichst aktiv zu verhalten, in dem zweiten aber möglichst passiv sich dem Einflusse des Eindruckes zu ergeben. Es ist in diesem zweiten Falle, den Mentz als unvorbereitete Aufmerksamkeit angibt, gerade für Bedingungen gesorgt, unter denen die Spannung sich am besten, unter möglichster Vermeidung der Erregung, entwickeln kann. Es ist daraus zu erklären, daß Mentz für die unwillkürliche Aufmerksamkeit regelmäßige Verlängerungen des Pulses fand und meistens auch solche der Atmung, für die willkürliche Aufmerksamkeit aber eine Verkürzung des Pulses und vielfach auch der Atmung[3]). Obwohl er auf die subjektive Analyse des Zustandes der Aufmerksamkeit nicht eingeht, deutet er sie aber doch mit einigen Worten an, woraus wir uns auch die Veränderungen der Ausdruckskurven bei der willkürlichen Aufmerksamkeit erklären sollen. Er sagt: »Die Pulsverkürzung bei willkürlicher Aufmerksamkeit läßt sich durch die allgemeinere Muskelspannung, sowie den jedenfalls

[1]) Delabarre, Revue phil. Bd. 33 1892, S. 639.
[2]) Mentz a. a. O., S. 56.
[3]) Mentz a. a. O., S. 101.

bei willkürlicher Aufmerksamkeit auftretenden Komplex von psychischer Anstrengung und Unlustaffekten, sowie Sorge, Mühe, wohl auch Furcht und ähnlichem erklären«[1]). Man sieht daraus, es war Mentz nicht entgangen, daß die Aufmerksamkeit ein komplexer Zustand sei, in dem psychische Antrengung, Erregung usw. als Bestandteile vorkommen, inwieweit aber und mit welchen von diesen Bestandteilen der Aufmerksamkeit die Veränderungen des Pulses und der Atmung in Zusammenhang stehen, hat er unterlassen festzustellen. Aus seinen Angaben kann man jedoch schließen, daß die Verkürzung des Pulses mit der Anweisung »starke Aufmerksamkeit« verbunden ist, während die Verlangsamung mehr das passive Aufmerken, also die möglichst reine Spannung kennzeichnet. Die Notwendigkeit einer genaueren Angabe über den Verlauf der geistigen Vorgänge, die den Ausdruckssymptomen entsprechen, zeigen besonders die Ergebnisse Lehmanns. »Eine Konzentration der Aufmerksamkeit — berichtet er — wird unmittelbar von wenigen geschwinden Pulsen begleitet, während welcher die Volumskurve eine Neigung zum Steigen zeigt. Darauf folgen 4 bis 8 langsame Pulse, während welcher das Volumen sinkt; die Länge dieser Pulse ist stets größer als die der zunächst vorangehenden, oft überschreitet sie sogar die Norm. Schließlich steigt das Volumen wieder bei geschwindem Puls; die Dauer dieser Periode ist sehr wechselnd. Faßt man diese drei ersten Phasen zusammen, so ist die Pulslänge stets verkürzt«[2]). Die Atmung ist während des ganzen Verlaufs unregelmäßig. Man sieht also, daß die Veränderungen, die uns Lehmann als Symptome der willkürlichen Aufmerksamkeit angibt, nicht einheitlicher Natur sind. Sie weisen uns auf einen Komplex von verschiedenen psychischen Vorgängen hin. Leider berichtet er uns sehr wenig über diese Vorgänge. Wir wissen nur, daß seine Beobachter sehr wenig im Kopfrechnen geübt gewesen sind, so daß sogar eine leichtere Aufgabe dieser Art ihnen unangenehm gewesen ist. Aufgaben wie 87 × 78 oder 32 × 42 haben wahrscheinlich unangenehm und erregend auf sie gewirkt. Wir haben diese Aufgaben unseren Beobachtern gegeben und gefunden, daß das Anhören der Aufgabe den Beobachter zuerst etwas beunruhigte, es kam

---

[1]) Mentz a. a. O., S. 102.
[2]) Lehmann a. a. O. I, S. 68.

dann eine Spannung der Aufmerksamkeit und erst dann fing der Beobachter an zu rechnen. Diesen drei Phasen entsprechen wahrscheinlich die Lehmannschen Pulsphasen. Ähnlich gestalten sich seine Ergebnisse bei der unwillkürlichen Aufmerksamkeit. Lehmann fand, daß bei durch einen starken und plötzlichen äußeren Reiz hervorgerufener unwillkürlicher Fesselung der Aufmerksamkeit die ersten Pulse nach der Reizung meistens verkürzt werden, doch wird dieser Zustand sonst als Gesamtheit durch Pulsverlängerung charakterisiert[1]). Diese Ergebnisse stimmen genau mit den unseren überein, und deuten auf Erregung in der ersten und dominierende Spannung in der zweiten Reizphase hin. Die Untersuchungen Bergers, die in bezug auf die Veränderung des Pulses und der Atmung unter dem Einflusse der Aufmerksamkeit eine Wiederholung der Lehmannschen Versuche sind, kommen zu denselben Resultaten[2]). Gleichartig gestalten sich auch die Ergebnisse von Gent. Er findet, daß die Atmung unter dem Einflusse des Tätigkeitsgefühls etwas abgeflacht und gedehnt erscheint, »die Pulslängen, wo die Spannung nicht dominiert, sind immer verkürzt«[3]). Die Symptome des Zustandes der psychischen Tätigkeit werden besonders von Martius hervorgehoben. Obwohl er sich sehr skeptisch zu der Symptomatik der Gefühle verhält und in seiner Untersuchung diese Symptomatik als unbegründet erweisen will, berichtet er doch, daß er beim Studium des Pulses und der Atmungsveränderungen unter verschiedenen psychischen Einflüssen zur Feststellung des Vorhandenseins einer Reihe von Typen allgemeiner affektiver Zustände gelangt ist. Unter ihnen hebt er besonders den Tätigkeitstypus hervor, der sich durch bestimmte Ausdruckssymptome kennzeichnet. Bei ihm »beschleunigen sich Atem und Puls im Vergleich zu Ruhezustand. Dabei nehmen die Atemschwankungen ab, ebenso die Höhen der Pulse«[4]). Der Unterschied von unseren Ergebnissen betrifft also nur die Höhe der Pulse. Wenn man aber die Versuche von Martius durchsieht, wird man finden, daß da eine größere Verminderung der Pulshöhen eingetreten ist, wo schwierige

---

[1]) Lehmann a. a. O. I, S. 75.
[2]) Berger, Körperliche Äußerungen ps. Zustände, S. 77.
[3]) Gent a. a. O., S. 748.
[4]) Martius a. a. O., S. 490.

Aufgaben als Reize dienen. Aufgaben wie 246 × 23 haben sicherlich auch Unlust hervorgerufen.

Scheinbar abweichender fallen die Ergebnisse bei Zoneff und Meumann aus. Diese Psychologen finden, daß »eine willkürliche Konzentration der Aufmerksamkeit eine Verlangsamung des Pulses und eine Hemmung der Atmung bewirkt«[1]). Martius, der auch auf diese Abweichung stößt, sucht sie damit zu erklären, daß er sie von der willkürlichen Fraktionierung der Pulskurven bei Zoneff und Meumann abhängig findet. Wenn er mehr Gewicht auf die Selbstbeobachtungen gelegt hätte, konnte er die Ergebnisse auch auf eine andere Weise erklären, die, wie uns scheint, mehr der Wirklichkeit entspricht. Es scheint bei den Versuchen von Z. und M. der Fall von geistiger Tätigkeit vorzukommen, bei dem die Spannung dominiert. Bei den meisten Versuchen Zoneffs sind die Pulse in dem ersten Teile der Reizphase verkürzter, als in dem zweiten. In der Arbeit einer Schülerin Meumanns, M. Kelchner, scheint gerade der entgegengesetzte Fall zu herrschen. Die Verwechselung der Namen kann uns natürlich nicht irre führen. Ihre Versuche sind vorwiegend Tätigkeitsversuche, obwohl sie sie für Spannungsversuche ausgibt. Daß das der Fall ist, zeigen die von ihr angewandten Reize. Kopfrechnen, Reagieren, Kontraktion eines Dynamometers sind Reize, die eine ziemlich große Aktivität erwecken. Und dementsprechend fallen Kelchners Ergebnisse aus. Sie findet als Begleiterscheinungen der Tätigkeit (der Spannung, wie sie sie nennt) eine Beschleunigung des Pulses und eine gehemmte Respirationstätigkeit[2]). Auf die Höhen der Pulse hat sie, wie das auch bei Zoneff der Fall ist, nicht geachtet. So stimmen auch die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit den unseren vollkommen überein.

Wir haben etwas länger bei der Bestimmung der Natur und der objektiven Symptome des Tätigkeitszustandes verweilt, weil er für die Untersuchung der Gefühle von besonderer Wichtigkeit ist. Er wirkt nicht nur vorbereitend auf jeden Versuch ein, sondern begleitet seinen ganzen Verlauf. Unsere Untersuchung hat uns aber gezeigt, daß der Tätigkeitszustand eine Verbindung zweier elementarer psy-

---

[1]) Zoneff und Meumann a. a. O., S. 44.

[2]) Kelchner a. a. O., S. 63.

chischer Vorgänge ist. Unsere nächste Aufgabe soll darum die sein, die psychische Natur und die objektiven Symptome der Spannung und Erregung zu bestimmen. Es muß aber dann die Frage nach dem Verhältnis dieser zwei Zustände zu den Gefühlen aufgeworfen werden. Wir fangen mit der Spannung an.

VI. Spannung und Lösung.

Soll die psychische Natur der Spannung genau bestimmt werden, so kann das nur dann erfolgreich geschehen, wenn auch der gegensätzliche Zustand der Lösung in Betracht gezogen wird. Diese beiden Zustände sind fest miteinander verknüpft, sie erfolgen immer nacheinander und bestimmen sich damit gegenseitig. Wir werden uns hier also nicht nur mit der Spannung, sondern auch mit der Lösung beschäftigen.

Unsere Bemühungen, möglichst reine Spannungszustände zu erhalten, waren erfolglos. Es zeigte sich bald, was auch in allen anderen Versuchen hervortrat, daß von einer vollständigen Isolierung psychischer Elementarvorgänge nicht die Rede sein kann. Es kann sich immer nur um Komplexe von psychischen Vorgängen handeln, bei denen der eine oder der andere dominiert. Und es muß besonders hervorgehoben werden, daß nicht die Lust oder Unlust die Gefühlsvorgänge sind, die immer einen psychischen Vorgang begleiten. Es kamen bei unseren Versuchen viele psychische Erlebnisse vor, bei denen weder von Lust noch von Unlust die Rede sein konnte. Es waren aber immer die psychische Aktivität, die Spannung und die Erregung, oder ihre Gegensätze, die Lösung und die Beruhigung, die jedes psychische Erlebnis begleiteten Dieser Umstand ist leider nicht von allen Psychologen bei der Untersuchung der Gefühle beachtet worden, obwohl mit seiner Hilfe viele Widersprüche in den Ergebnissen ihrer Untersuchungen leicht erklärt werden können. Eine besondere Beachtung hat er nur bei Gent gefunden. Gent scheint aber das Hauptgewicht auf die Spannung gelegt zu haben. Wie uns unsere Versuche zeigten, spielt die Tätigkeit diese Rolle. Wo eine Konzentration der Aufmerksamkeit vorliegt, wo auf etwas geachtet wird, sind immer die beiden Vorgänge, die den Tätigkeitszustand ausmachen, die Spannung und die Erregung, vorhanden, obwohl

nicht in gleicher Stärke. Gent, der sich in seiner Arbeit besonders vorsichtig zeigt, ist bei der Untersuchung der Spannung doch zu weit gegangen, indem er behauptet, daß es ihm gelungen sei, reine Spannungszustände zu erhalten. Die Spannungs- und die Erregungszustände sind ja immer nur Grenzfälle des Tätigkeitszustandes, und als solche müssen sie auch betrachtet werden.

Der Spannungszustand als Bestandteil der geistigen Tätigkeit ist ein so gewöhnliches psychisches Erlebnis, daß man darauf fast garnicht achtet. Wie auch Lehmann hervorhebt, sprechen die Beobachter oft von Normalzustand, während die Ausdruckskurven auf das Vorhandensein der Spannung deutlich hinweisen[1]. Erst nach gewisser Übung in Selbstbeobachtung beginnen sie auch diesen Zustand anzugeben, er wird aber oft mit dem Tätigkeitszustand verwechselt, was z. B. bei Lehmann der Fall ist. Dieser Umstand kann uns auch erklären, warum die Spannung so lange Zeit nicht beachtet worden und bis jetzt so wenig untersucht worden ist.

Auf große Schwierigkeiten stießen wir auch bei der Auswahl der Reize für Hervorrufung einer annähernd reinen Spannung. Ein Überblick über die Reize, die von den anderen Experimentatoren angewandt worden sind, überzeugte uns bald, wie leicht nur Tätigkeitszustand hervorgerufen werden kann, der dann für reine Spannung gehalten wird. Bei Reizen wie Kopfrechnen, Reagieren, Punktezählen kommt ja der Tätigkeitszustand zum Ausdruck. Und wenn auch Gent seinen Beobachtern angibt, auf etwas, was vorkommen wird, sich vorzubereiten, so ist das sicher nicht ohne gewisse innere Unruhe und Neugier abgegangen. Es muß also, wenn wir geistige Zustände mit dominierender Spannung erhalten wollen, nicht nur jede Aktivität des Beobachters vermieden werden, sondern als Spannungszustand kann sogar die Vorbereitung für die Ausführung einer Tätigkeit, wie es z. B. beim Reagieren der Fall ist, nicht gelten. Günstig fielen nur die Versuche aus, bei denen die Beobachter nichts auszuführen hatten, sondern sich nur vorbereiteten, einen kommenden Eindruck ganz passiv aufzunehmen. Am besten gelang das bei der Aufnahme einer Folge von zwei Metronomschlägen, die durch eine leere Zeit getrennt waren. Diese Zeit füllte die Spannung aus, ihre Dauer

[1]) Lehmann a. a. O. II, S. 309.



durfte aber nicht sehr groß sein; denn, wie wir schon gesehen haben, verbindet sich dann mit der Spannung eine ziemlich große Erregung. Am günstigsten entwickelte sich die Spannung bei einer Dauer von 5″—8″. Zu ähnlichen Resultaten gelangten wir, wenn statt Metronomschlägen Licht- oder Tasteindrücke erwartet wurden. Der folgende Versuch kann uns als Beispiel dienen:

13/XI, 2 ½—3 h. Beobachter M. Dimitroff; Normalzustand (Fig. 4). Der Beobachter weiß, daß bei diesem Versuche ein Tasteindruck auf seiner Stirne zu erwarten sei. Darum gerät er noch beim Beginne des Versuches in Spannung, die sich allmählich steigert. Nach dem Vorbereitungszeichen »jetzt« beherrscht die Spannung sein ganzes Bewußtsein. Es entsteht in ihm ein schwaches Bild der Stelle der Stirne, auf der er den Eindruck erwartet. Der Beobachter fühlt deutlich Spannungsempfindungen auf dieser Stelle, sowie eine Hemmung seiner Atmungstätigkeit. Diese Empfindungen drücken aber den ganzen Spannungszustand nicht aus. Als seinen wesentlichen Bestandteil bezeichnet er einen besonderen inneren Zustand, den er nur angeben, nicht aber näher beschreiben kann. Er scheint auch unanalysierbar zu sein und wird zwar durch die Störung der Atmung verstärkt, aber deutlich von ihr unterschieden. Der Beobachter atmet auf, bevor er noch den Tasteindruck verspürt hat. Er erlebt dabei einen besonderen Zustand, bei dem alle Inhalte, die eben in dem Bewußtsein waren, verschwinden. Mit dem Normalzustand kann er ihn nicht identifizieren. Er kann ihn gerade als das Gegenteil der Spannung bezeichnen. Dieser Zustand wird von einer Erleichterung nur der Atmung begleitet. Der Beobachter fühlt sich beunruhigt, daß er nicht bis zum Ende des Versuches ausgehalten hat, und darum geht er am Ende des Versuches in Erregung über.

Aus 50 ähnlichen Versuchen, die wir mit allen unseren Beobachtern unter Anwendung der oben mitgeteilten Reize ausgeführt haben, ergab sich das Folgende: Als Spannung wird ein komplexer seelischer Zustand bezeichnet, der aus zwei Arten von psychischen Vorgängen besteht: 1) Spannungsempfindungen in dem betreffenden Sinnesorgan oder in der Muskulatur der benachbarten Körperteile und Empfindungen gehemmer Atmung. Diese Verbindung von Organempfindungen nannten unsere Beobachter gewöhnlich äußere Spannung. 2) Ein besonderes, rein-subjektives Erlebnis, das die Beobachter im Gegensatz zu der äußeren — »innere« oder »rein geistige« Spannung nannten und das sie auf den Zustand des ganzen Bewußtseins bezogen. Alle Bemühungen, dieses Erlebnis näher zu bestimmen, fielen aber erfolglos aus. Einige Beobachter behaupteten kurzweg, daß die innere Spannung nicht bestimmbar sei: »Man muß sie erleben, wenn man

sie erkennen will.« Andere bemühten sich doch, einige Angaben darüber zu geben. So bezeichnet z. B. Stephanoff die Spannung »als Ausdruck des Zustandes seines Bewußtseins bei der Verbindung zweier sich in der Zeit nachfolgenden Eindrücke«. Typisch in dieser Beziehung waren die Aussagen von Filkoff: »Ich erwartete den nächsten Metronomschlag. Die Vorbereitung für die Auffassung dieses Eindruckes gab meinem Bewußtsein eine besondere Färbung, die ich innere Spannung nenne. Näher kann ich diesen Zustand nicht bestimmen, noch irgendwo in meinem Körper lokalisieren. Er ist mit meinem Bewußtsein verknüpft. Begleitende Spannungsempfindungen bemerkte ich nicht«. Es kamen noch viele Fälle vor, in welchen die begleitenden Spannungs- und Atmungsempfindungen nicht wahrgenommen oder nicht angegeben wurden, nie bekamen wir aber Aussagen, in denen die innere Spannung nicht als besonderer Zustand bezeichnet, sondern in Organempfindungen aufgelöst worden wäre. Organempfindungen, wo sie wahrgenommen waren, wurden immer von ihr als äußere Spannung unterschieden. Bei der Betrachtung der Aussagen unserer Beobachter kommen wir also zu dem Schlusse, daß es sich bei der inneren Spannung um einen rein subjektiven, nicht näher bestimmbaren psychischen Vorgang handelt, der gewöhnlich die Verbindung zweier nacheinanderfolgenden Eindrücke in unserem Bewußtsein begleitet, der weder lokalisierbar, noch weiter analysierbar ist. Diese Bestimmung weist aber auf die vorläufig von uns angenommene Definition der Gefühle hin.

Die objektiven Symptome in allen unseren Versuchen fielen sehr übereinstimmend aus. Einige Beispiele von ihnen geben wir in Tabelle VII, wo der erste Versuch den oben ausführlich angegebenen Selbstbeobachtungen entspricht. Diese Übereinstimmung war eine gute Kontrolle für die Zuverlässigkeit der Aussagen unserer Beobachter und zugleich auch ein Beweis dafür, daß in diesen Versuchen keine Verwechselung zwischen verwandten psychischen Vorgängen stattgefunden hatte, sondern bei allen Beobachtern unter der Einwirkung aller unserer Reize ein und dasselbe psychische Erlebnis vorgekommen war. Besonders ausdrucksvoll für die Spannung zeigte sich die Atmungskurve. Unter ihrem Einflusse ist die Atmung stets gehemmt, oberflächlich, manchmal auch verlangsamt. (Siehe auch die Fig. 4.) Die Pulskurve ist dagegen weniger veränderlich. Es bedarf einer ge-

Tabelle VII.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	M. Dimitroff	Normalzustand . .	a-b	29, 27.5, 28.5	28.33	26, 20.5, 16	20.83	7.2, 7.25, 7.33	7.27	5	5
		Spannung	b-c	50, 47.5	48.75	12, 19.5	15.75	7.43, 7.53	7.46	4.5, 5	4.75
		Lösung	c-d	25.5, 25	25.25	48, 51	49.5	7, 7.25	7.13	4.8, 5	4.9
		Normalzustand . .	d-e	21.5, 22, 23	22.17	31, 33.5, 39	34.5	7.67, 7.33, 7.17	7.39	5.2	5.2
2	Stephanoff	Normalzustand . .	a-b	33, 36	34.5	13, 15	14	5.35	5.35	5	5
		Spannung 9″ . . .	b-c	32, 25.5, 19	25.5	4, 2.5, 3	3.17	5.67, 5.7, 5.73	5.7	5	5
		Lösung	c-d	23.5	23.5	9	9	5	5	4.9	4.9
		Normalzustand . .	d-e	28, 26.5	27.25	8.5, 5	6.75	5.27	5.27	5	5
		Spannung 5″ . . .	e-f	11, 15, 18	24.67	1.5, 2, 2.5	2	5.5	5.5	5	5
		Lösung	f-g	11, 28	19.5	14, 18	16	5.3, 5.26	5.28	4.8	4.8
		Normalzustand . .	g-h	25, 27	26	9, 8	8.5	5.33	5.33	4.9	4.9
3	Alechsieff	Normalzustand . .	a-b	30, 26, 28	28	77.5, 63, 74	71.5	5.92	5.92	15	15
		»jetzt«	b-c	23, 26, 42	30.33	35, 37, 7	26.33	6.33, 6.33, 6.2	6.29	15, 14.8, 14.5	14.77
		Hören der Uhr . .	c-d	20, 16	18	102, 69	85.5	5.9	5.9	15, 16	15.5
		Normalzustand . .	d-e	29, 28, 25	27.33	72, 86, 77	78.33	6	6	15.5	15.5

wissen Intensität der Spannung, um Pulsveränderungen deutlich hervortreten zu lassen. Doch sind sie darum nicht weniger für die Spannung charakteristisch. Der Puls ist nämlich während der Spannung im Vergleich mit seiner Normallänge immer etwas verlängert. In der Veränderung seiner Höhe konnten wir keine Regelmäßigkeit finden. Je nachdem die Spannung mit Lust oder Unlust verbunden war, erschien der Puls erhöht oder erniedrigt. Eine Tendenz zur Beschleunigung der Atmung und des Pulses trat aber oft ein und zeigte uns an, daß es sich um Erstarkung der Erregung handelte. Die Versuche mit Pentscheff, bei denen die Dauer der Spannung variiert wurde und die wir bei der Betrachtung des Tätigkeitszustandes vorgeführt haben (siehe Seite 187ff.), zeigen uns, wie ein Komplex von inneren Erlebnissen, in dem die Spannung herrscht, leicht in einen solchen, in dem die Erregung der dominierende Vorgang ist, übergehen kann.

Wenn wir jetzt die Ergebnisse anderer Psychologen bei der Untersuchung der Spannung mit den unseren vergleichen, so stoßen wir auf große Widersprüche, ebenso über die Frage nach der Feststellung der objektiven Symptome der Spannnng, wie über die Frage nach der Bestimmung seiner psychischen Natur. Unsere Aufgabe wird also hier die sein, die Ursachen dieser Abweichungen zu finden und zu versuchen, so weit es möglich ist, die Widersprüche zu beseitigen. Das scheint bei der Feststellung der objektiven Symptome nicht schwer zu sein. Große Übereinstimmung findet bei der Bestimmung der Atmungssymptome statt. Fast alle Experimentatoren, die sich mit der Untersuchung von Spannungszuständen beschäftigt haben, finden als charakteristisch dafür gehemmte Atmung. Eine Ausnahme davon macht Lehmann und ihm folgend Wundt[1]). Sie sprechen von verstärkter und tiefer Atmung. Ähnliche Abweichung finden wir bei Lehmann auch bei der Bestimmung der Pulssymptome. Als solche hebt er niedrige Pulse hervor, die bald länger, bald kürzer als die Norm sein können[2]). Ein Überblick über die von Lehmann angewandten Reize, die von sehr komplizierter Natur sind, zeigt uns, daß in seinen Versuchen von einer reinen Spannung nicht die Rede sein kann. Es sind wahrscheinlich ziemlich starke Erregung und Un-

[1]) Wundt, Grundzüge der physiol. Psychologie [5] II, S. 298.
[2]) Lehmann, a. a. O. I, S. 89.

lust vorhanden gewesen, was uns eine Wiederholung derselben Versuche, die wir unternommen haben, bewies. In einigen Fällen ist es doch auch Lehmann gelungen, Zustände mit dominierender Spannung zu erhalten, wie uns z. B. seine Tabelle XXIII zeigt[1]). In solchen Fällen ist die Spannung von längeren Pulsen begleitet. Ähnlich muß man sich auch die Abweichungen bei der Bestimmung der Pulssymptome bei anderen Psychologen erklären. Es handelt sich auch bei ihnen sicher um Ausdruckssymptome psychischer Komplexerscheinungen, in denen die Spannung nicht immer dominiert. So sind, wie wir schon gesehen haben, die Spannungsversuche von Kelchner als reine Tätigkeitsversuche anzunehmen. Ähnlich verhält es sich mit den Ergebnissen von Brahn. Als Reize wendet er auch Metronomschläge an, und man sollte meinen, daß seine Resultate mit den unseren ganz übereinstimmen werden. Brahn findet aber, daß nach dem Reize die nächsten 3—7, in den weitaus meisten Fällen 3—5 Pulsschläge in keiner Beziehung verraten, daß sie sich etwas geändert haben; dann tritt aber ganz ausnahmslos eine Verkürzung des Pulses ein[2]). Bei der Betrachtung seiner Versuche ist uns aufgefallen, daß die Spannung ziemlich lange Zeit gedauert hat, gewöhnlich etwa 15″. Bei der Untersuchung des Tätigkeitszustandes fanden wir aber, daß die größere Dauer der Spannung immer eine Erregung hervorruft, die schließlich über die Spannung dominiert. Der Verlauf des Versuches mit Pentscheff, den wir auf Seite 193 angegeben haben, stimmt vollständig mit der oben zitierten Betrachtung Brahns überein. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß die Brahnschen Versuche solch einen Übergang zwischen Spannung und Erregung darstellen. Ganz mit unseren Ergebnissen stimmen die von Gent überein. Er findet, unter dem Einflusse der Spannung »allen Pulsen durchgehend gemeinsam und, wie mir scheint, ihr vornehmstes Charakteristikum bildend, ist die Pulsverlängerung«[3]). Endlich können die Versuche von Zoneff und Meumann über die willkürliche und die von Mentz über die unwillkürliche Aufmerksamkeit angeführt werden. Wie wir bei der Betrachtung des Tätigkeitszustandes gefunden haben, handelt es sich in den beiden Fällen um psychische

[1]) Lehmann, a. a. O. I, S. 82.

[2]) Brahn, a. a. O., S. 174.

[3]) Gent, a. a. O., S. 730.

Zustände mit dominierender Spannung, dem entsprechend ist bei ihnen der Puls verlängert. Die Widersprüche in den Ergebnissen bei der Bestimmung der objektiven Symptome der Spannung von verschiedenen Psychologen haben also ihren Grund darin, daß es sich um die Symptome psychischer Vorgänge handelt, die fast immer verbunden auftreten und darum leicht miteinander verwechselt werden können. Das Fehlen von ausführlicheren Selbstbeobachtungen in den meisten von den bisherigen Untersuchungen hindert uns aber, ihre Ergebnisse vollständig in Einklang zu bringen.

Etwas schwieriger lassen sich die Meinungen der Psychologen über die zweite Aufgabe, die wir hier zu lösen haben, in Übereinstimmung bringen, über die Frage nach der psychischen Natur der Spannung. Sie lassen sich in zwei sich gegenseitig bekämpfende Theorien zusammenfassen, je nachdem sie mehr die äußere oder die innere Spannung in Betracht ziehen. Für eine Gruppe von Psychologen läßt sich die Spannung in Organempfindungen auflösen, für eine andere besitzt sie alle charakteristischen Merkmale der Gefühlsvorgänge. Die erste von diesen Theorien, die wir Organempfindungstheorie nennen können, ist die verbreitetste. Ihre Anhänger untersuchen nur die äußere Spannung, die sie mit dem ganzen Spannungszustand identifizieren. Als Vertreter dieser Theorie können wir einerseits Titchener und Orth hervorheben, die ihre Untersuchungen nach der Eindrucksmethode machen, anderseits Lehmann und Kelchner, die nach der Ausdrucksmethode arbeiten. Titchener bedient sich der Eindrucksmethode in der Form der paarweisen Vergleichung. Er wählt Reize, die zwei Gefühlsdimensionen gehören, für die Spannung Reihen von Metronomschlägen, die dem Beobachter je zu zwei vorgeführt werden. Der Beobachter wird dann aufgefordert, anzugeben, welche von beiden Reihen die angenehmere oder spannendere war usw. Auf Grund dieser Angaben zeichnet Titchener die entsprechenden Urteilskurven. Steht es einmal z. B. fest, daß für eine gegebene Reizart die Spannungskurve einen ebenso konstanten Verlauf hat wie die Lust- oder Unlustkurve, daß aber die Verteilung der Gefühlsurteile in den zwei Dimensionen eine ganz oder erheblich andersartige ist, so hat man, glaubt er, in der Tat einen guten Grund, zu glauben, daß man es mit zwei gleichwertigen Gefühlsklassen zu tun hat. Fallen dagegen die Spannungsurteile auch bei gehörige

Übung inkonstant und unregelmäßig aus, oder fallen ihre Kurven mit der Lust oder Unlustkurve zusammen, so soll man sich zu den Spannungsdimensionen skeptisch verhalten[1]). Der Grundgedanke Titcheners ist also der, daß es unmöglich sei, durch ein und denselben Reiz in derselben Weise zwei verschiedene Gefühlsqualitäten hervorzurufen. Dieser Gedankengang ist nicht zwingend. Er hindert uns nicht, anzunehmen, daß trotz der Einfachheit der Reize die in uns hervorgerufenen Gefühle komplizierter sind, wenn sich das aus der Selbstbeobachtung ergibt, auf die sich ja Titchener nur stützen will. Aus den Kurven bei den Versuchen mit Metronomschlägen sieht man, behauptet er, daß die zwei Kurvenpaare sehr ähnlich ausfallen, und daß die Lustkurve so ziemlich das Gegenteil von der Spannungskurve ist. Außerdem, fährt er weiter fort, sind die Spannungs- und Unlustkurven beinahe identisch. »Man wird also doch wohl dem Schlusse kaum entgehen können, daß die L-U-Reaktion die primäre Reaktion repräsentiert, während das sog. Spannungsgefühl, ähnlich wie das Erregungsgefühl, nicht eine elementare Affektion oder ein einfaches Gefühl, sondern ein komplexes, aus Gefühls- und Organempfindungselementen zusammengesetztes Affektgebilde darbietet«[2]). Zu diesem Schlusse wird man nur aus der Betrachtung von Titcheners Kurven doch schwerlich kommen können. Daß die Spannung in Organempfindungen sich auflösen kann, die gelegentlich von Lust oder Unlust begleitet werden können, kann man nur durch planmäßig angeordnete Selbstbeobachtungen beweisen, die die Aufgabe haben, den Spannungszustand zu analysieren oder näher zu beschreiben. Das wird nun mit mehr Glück von Orth unternommen. »Unsere Versuchspersonen — berichtet er — konnten immer und immer wieder nur Spannungsempfindungen konstatieren im Zusammenhalt mit etwas im Bewußtsein Gegebenem, was nicht näher zu bestimmen war und von uns Bewußtseinslage benannt wurde«[3]). Orth findet also, nachdem er in ziemlich gut angelegten Versuchen ausführliche Selbstbeobachtungen gesammelt habe, in dem Spannungszustande neben den Organempfindungen noch etwas Neues, Eigenartiges, das sich nur als etwas nicht weiter Analysierbares

[1]) Titchener, a. a. O., S. 386.
[2]) Titchener, a. a. O., S. 399.
[3]) Orth, a. a. O., S. 97.

charakterisieren läßt, und das er nach Marbe »Bewußtseinslage« nennt. Das tut er, weil er unter »Gefühl« nur Lust- und Unlustzustände verstehen will. Wir sehen aber nicht ein, warum man, um eine alte Theorie aufrechtzuerhalten, neue Arten von elementaren psychischen Vorgängen schafft, und nicht den Begriff »Gefühl« etwas erweitert. Es ist sehr fraglich, ob dadurch die Psychologie an Deutlichkeit und Übersichtlichkeit viel gewinnen wird. Uns scheint, daß Lipps das Richtige trifft, indem er behauptet, daß mit »Bewußtseinslage« nur das Wort »Gefühl« durch ein anderes Wort ersetzt wird[1]).

Die Beweisführung Lehmanns steht unter dem Einflusse der von ihm angewandten Ausdrucksmethode. Er findet, daß die Spannung gewöhnlich als Stimmung oder Affekt erscheint, und meint, die Bedeutung der Organempfindungen für die letztgenannten Erlebnisse abzusprechen, hieße gegen die Selbstbeobachtung selbst, das Fundament der Psychologie, zu fehlen[2]). Er nennt weiter die Spannung einen potenzierten wachen Zustand, der sich psychisch am besten durch die gesteigerte Aufmerksamkeit charakterisieren läßt, den Beweis aber, daß sie sich in Organempfindungen ganz auflösen kann, führt er nicht aus. Ja, Lehmann gibt zu, daß es sogar unmöglich ist, diesen Zustand näher zu analysieren. »Denn da die Spannung sich, psychisch betrachtet, nicht präzisieren läßt, definierte ich sie sehr eingehend und genau mittels ihrer plethysmographischen Wirkungen, und wo ich mich nicht auf unzweifelhafte plethysmographische Merkmale stützen konnte, habe ich nirgends das Vorhandensein einer Spannung vorausgesetzt. Eine solche Definition dürfte wohl bedeutend klarer und schärfer sein, als eine Abgrenzung der verschiedenen psychischen Zustände der Spannung, der Erwartung, der Aufmerksamkeit usw.«[3]). Damit fehlt Lehmann selbst gegen die Selbstbeobachtung, das Fundament der Psychologie, da er sein Verhältnis zu den Ausdruckssymptomen gerade umkehrt. Solch ein Verfahren wird auch von Kelchner bestritten, die auch eine Anhängerin der Organempfindungstheorie ist. »Wir können nicht zugeben, behauptet sie, daß die Feststellung der körperlichen Begleiterscheinungen der Spannung tatsächlich die einzige Möglichkeit ist, diesen Zustand näher zu be-

[1]) Lipps, Leitfaden der Psychologie, S. 249.
[2]) Lehmann, a. a. O. II, S. 308.
[3]) Lehmann, a. a. O. II, S. 310.

stimmen. Nach unseren Erfahrungen kann hier auch die Selbstbeobachtung gute Dienste leisten«[1]). Durch die Angaben ihrer Beobachter will sie die Organempfindungstheorie stützen. »Von allen Versuchspersonen, berichtet sie, wurde ganz übereinstimmend das Vorhandensein sehr charakteristischer Empfindungen namhaft gemacht, die mehr oder weniger lokalisiert werden konnten. Die Versuchspersonen konstatierten besonders Empfindungen, die sich im Respirationsapparat geltend machten«. Kelchner schließt sich vollständig der Meinung Lehmanns an, daß die Spannung eine besondere Art Aufmerksamkeitszustand ist, sie will sie aber näher beschreiben. »Die ausgeprägte Empfindungsgrundlage, berichtet sie weiter, ist das Charakteristische desjenigen Aufmerksamkeitszustandes, den wir — gerade mit einem Hinweis hierauf — Spannung nennen. Zweifellos hat jeder Aufmerksamkeitszustand eine Empfindungsgrundlage, die durch seine körperlichen Begleiterscheinungen gegeben sei Uns will es scheinen, daß in der Spannung einfach nur die eine Komponente im Gesamtbilde des Aufmerksamkeitszustandes — die Empfindungsgrundlage — modifiziert ist und zwar nicht nur intensiv, sondern auch qualitativ«. Wir haben die charakteristischen Stellen aus Kelchner zitiert, um zu zeigen, daß sie nur die eine Seite des Spannungszustandes beachtet hat, nämlich die Empfindungsgrundlage, die äußere Spannung. Sie ist natürlich ein sehr wichtiger Teil des Spannungszustandes. Die Empfindungsgrundlage aber bietet einen wichtigen Bestandteil nicht nur des Spannungszustandes dar, sondern begleitet auch jeden Gefühlsvorgang. Denn wir finden die Behauptung ganz berechtigt, die besonders Lehmann betont, daß Gefühle ohne begleitende intellektuelle Vorgänge kaum existieren. Ja, die Verbindung dieser zwei Arten psychischer Vorgänge ist manchmal so eng, daß man sie kaum unterscheiden kann, wie es z. B. bei der Verbindung der Unlust mit dem Schmerze der Fall ist. Die begleitenden Empfindungen können endlich durch ihre Gefühlstöne den betreffenden Gefühlszustand stärken, man wird aber nie den Gefühlsvorgang in den begleitenden Empfindungen ganz auflösen, wenn man gegen die Selbstbeobachtung nicht verstoßen will. Charakteristische begleitende Empfindungen wurden von unseren Beobachtern nicht nur bei der

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 16 ff.

Spannung, sondern auch bei der Untersuchung der Lust und der Unlust angegeben. Man sprach oft bei der Lust von leichtem, bei der Unlust von schwerem Atmen, und da diese Empfindungen mit der Veränderung der Atmungstätigkeit zusammenhingen, waren sie ja in allen Fällen einer und derselben Art. Keinem von unseren Beobachtern fiel es aber ein, die Gefühle mit diesen Empfindungen zu identifizieren. Das Gefühl wurde als etwas nicht immer gut Bestimmbares, doch ganz Eigenartiges, von den Empfindungen unterschieden. Und ebenso bei der Spannung. Von der Empfindungsgrundlage unterschieden unsere Beobachter die »innere«, »rein geistige« Spannung als ein eigenartiges psychisches Erlebnis, das sich vor allem nicht lokalisieren läßt. Dieser Umstand wird auch von einigen Vertretern der Gefühlstheorie besonders hervogehoben. So berichten die Beobachter bei Vogt: »Die Spannung kann ich nirgends hintun; sie ist rein geistig«[1]). Und Wundt, der Hauptvertreter dieser Richtung, zeigt, daß sich die Spannung nicht in bloße Organempfindungen auflösen läßt. »Es gibt einen Zustand der Erwartung, bei dem man nichts als ein deutliches Gefühl der Spannung wahrnimmt. Dieses auf bloße Spannungsempfindungen der Haut und der Muskeln zurückzuführen, die allerdings infolge begleitender Muskelerregungen entstehen und jenes Gefühl begleiten, geht deshalb nicht an, weil sich solche Spannungsempfindungen auch ohne jede Spur eines Erwartungsgefühls hervorbringen lassen, z. B. durch einen Induktionsstrom oder durch eine absichtlich vorgenommene willkürliche Innervation der Muskeln«[2]). Mag man also diese innere Spannung nicht Gefühl nennen, sondern »Bewußtseinslage« oder wie man noch will, doch muß sie als ein eigenartiges elementares psychisches Erlebnis von den begleitenden Empfindungen unterschieden werden, sonst setzt man sich mit der Selbstbeobachtung in Widerspruch. Oder will man doch unbedingt die Spannung ganz in Organempfindungen auflösen, so muß das auch mit allen Gefühlsvorgängen geschehen, so lange man aber das, und mit Recht, nicht tut, ist uns unerklärlich, warum es mit der »inneren« Spannung der Fall sein soll.

Der eigentümliche Charakter der Spannung tritt besonders deutlich

---

[1]) Vogt, Zur Kenntnis des Wesens und der psychol. Bedeutung des Hypnotismus. Z. f. Hypnotismus IV, S. 235.

[2]) Wundt, Völkerpsychologie I, 1, S. 45.

hervor, wenn man sie mit dem fast immer nach ihr folgenden Zustand der Lösung vergleicht, der gerade die entgegengesetzten Merkmale besitzt. In der Spannung und Lösung begegnet uns ein Gegensatz, der dem Gegensatz von Lust und Unlust ganz ähnlich sieht. Die Entstehung der Lösung scheint fest an vorhergehende Spannung gebunden zu sein. Es können ja viele Fälle vorkommen, in denen die Spannung ohne weiteres allmählich in Normalzustand übergeht, nie aber kann Lösung erlebt werden, die nicht von einer vorangehenden Spannung vorbereitet ist. Darum stößt man auf Lösung immer nach Versuchen, in denen eine starke Spannung erlebt worden ist. Betrachtet man z. B. unsere Versuche über Spannung und Tätigkeitszustand, so wird man leicht bemerken, daß nach diesen Erlebnissen immer von Aufatmen, Lösung, Erleichterung oder Erholung die Rede ist. Damit bezeichneten die Beobachter einen Übergangszustand, durch den man von der Spannung in den Normalzustand übergeht. Er wurde in keinem Falle mit dem Normalzustand identifiziert. Die Lösung wurde von allen als ein besonderer psychischer Vorgang bezeichnet, der, obschon immer von Empfindungen begleitet, besonders von solchen, die mit der Erleichterung der Atmung und Entspannung der Muskeln verbunden sind, nie in ihnen aufgelöst werden kann. Die Lösung war als ein schwerbestimmbares, unanalysierbares und unlokalisierbares Erlebnis bezeichnet, das den Gegensatz der Spannung bildet. »Sie drückt denjenigen Zustand meines Bewußtseins aus — berichtete uns der Beobachter Petkoff — bei dem der während der Spannung stark ausgeprägte Zusammenhang zwischen Gegenwärtigem und Zukünftigem für einen Augenblick nachläßt, ja ganz unterbrochen wird«. Nach dem Beobachter Stephanoff drückt dieser Zustand eine Verminderung der Energie des Bewußtseins aus. »In diesem Momente ist mir unmöglich gewesen, irgend einen Eindruck zu apperzipieren«. Die Aussagen der Beobachter bezogen sich also immer auf den Zustand des Bewußtseins. Sie waren auch immer von Veränderungen der Ausdruckskurven unterstützt, die immer in derselben Weise erfolgten. Man kann sie aus den schon bei der Untersuchung der Spannung und Tätigkeit gegebenen Beispielen feststellen Sie sind gerade das Gegenteil von den objektiven Symptomen der Spannung: Die Atmung wird vertieft, der Puls beschleunigt.

Bei der Betrachtung der bisherigen Literatur über die Lösung stoßen wir auf dieselben Schwierigkeiten, die uns bei der Betrachtung der Spannung begegnet sind. Mit der Bestimmung der objektiven Symptome der Lösung haben sich sehr wenig Psychologen beschäftigt. Unsere Ergebnisse stimmen mit denen von Gent vollkommen überein. Die Atmung, berichtet er, nimmt an Tiefe zu, und die Pulse sind ausnahmslos verkürzt, »so daß diese Pulsverkürzung als sicherstes Symptom für die Diagnose des Lösungsgefühles erscheint«[1]). Abweichend gestalten sich die Resultate von Kelchner[2]) und Brahn[3]). Diese beiden Psychologen bezeichnen als Symptom der Lösung die Verlängerung des Pulses. Da bei ihren Untersuchungen genauere Angaben über die Erlebnisse der Beobachter während der Lösung fehlen, können wir über ihre Zusammensetzung nur vermuten. So, wenn man die Reize, die die beiden obengenannten Psychologen anwenden, näher betrachtet, wird man sehen, daß bei allen Versuchen die Lösung eigentlich von einem Tätigkeitszustand vorbereitet worden ist. Es ist folglich nicht unmöglich, daß es sich bei ihren Angaben nicht um die Symptome der Lösung selbst handelt, sondern um die der Erleichterung, einer Verbindung von Lösung, Beruhigung und Lust, bei der die letzten beiden Vorgänge herrschen. Wie wir weiter zeigen werden, ist für die beiden letzten Zustände die Verlängerung des Pulses eines der charakteristischen Merkmale. Dabei können die Resultate von Brahn, trotz der anscheinenden Verschiedenheit, mit unseren in Übereinstimmung gebracht werden. »Die nach den 4—5 unveränderten auftretenden 3—5 Pulsschläge sind bei weitem länger, nicht nur als die während des Spannungsgefühls sich zeigenden, sondern auch als die des normalen Zustandes.« Uns scheint, daß für die Lösung gerade die »unveränderten 4—5 Pulse charakteristisch sind, die leider von Brahn keine besondere Beachtung finden. Eine Messung seiner Kurve VII, die von ihm als typisch für die Lösung angegeben wird, zeigte uns, daß die »unveränderten« Pulse etwas verkürzt im Vergleich zu den vorangehenden erscheinen. Die Verlängerung und Erhöhung der Pulse, die dann eintritt, ist wahrschein-

[1]) Gent, a. a. O., S. 742.
[2]) Kelchner, a. a. O., S. 67.
[3]) Brahn, a. a. O., S. 174.

lich für die Erleichterung, die nach dem spannenden und erregenden Versuch eingetreten ist, charakteristisch.

Bei der Frage nach der psychischen Natur der Lösung stehen sich die beiden Theorien gegenüber, die wir bei der Untersuchung der Spannung besprochen haben. Die Vertreter der Organempfindungstheorie haben auch hier so weit recht, als sie die begleitende Empfindungsgrundlage als einen bei jedem Lösungszustand eintretenden und nie fehlenden Vorgang beschreiben. Sie bleiben aber auch hier auf halbem Wege stehen, indem sie das eigentümliche psychische Erlebnis, das gerade für den Lösungszustand charakteristisch ist, nicht beachten. Und das ist es gerade, was die Lösung von dem Normalzustande unterscheidet. Denn sonst, wenn wir mit Kelchner annehmen, daß die Lösung »in der Abwesenheit derjenigen Empfindungen bestehe, die während der Spannung vorhanden waren«[1]), derjenigen Empfindungen also, die die Spannung von dem Normalzustand unterscheiden, müssen wir zu dem Schlusse kommen, daß Normalzustand und Lösung dasselbe ist, was sicherlich Kelchner selbst nicht behauptet.

VII. Erregung und Beruhigung.

Als zweiten Hauptbestandteil des Tätigkeitszustandes fanden wir die Erregung, zu deren näheren Untersuchung wir uns jetzt wenden. Die vollständige Isolierung auch der Erregung ist uns nicht geglückt, ja es zeigte sich bald, daß es schwieriger ist einen psychischen Zustand zu finden, bei dem sie fast ausnahmslos herrscht, als das bei den Versuchen über Spannung, Lust oder Unlust der Fall ist. Die Erregung ist immer mit Spannung und oft mit Lust oder Unlust verbunden, und diese Zustände treten manchmal so stark hervor, daß sie die Ergebnisse der Versuche ganz verändern. Man muß also sehr vorsichtig bei der Untersuchung der Erregung sein und besonders bei der Auswahl der sie hervorrufenden Reize.

In unseren Untersuchungen versuchten wir es zuerst mit Gerüchen und Farben als Reizmittel; es zeigte sich aber bald, daß der dominierende Einfluß der gleichzeitig mit der Erregung entstandenen

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 16.

Lust oder Unlust nicht zu beseitigen war. Etwas besser ging es dann bei Versuchen mit geistiger Arbeit. Wir sahen schon, daß bei einer schwereren Arbeit die Spannung sehr zurücktritt und die Erregung der herrschende Zustand wird. Doch auch in diesem Falle hatten die Beobachter oft das Gefühl, daß es sich um ein zusammengesetztes Erlebnis handelt. Außer auf Spannung stießen wir sehr oft auch auf ziemlich starkes Unlustgefühl. Am besten gingen darum die Suggestionsversuche, die wir nach Gents Vorbilde gemacht haben. Der Beobachter erhielt den Befehl, sich in Erregung zu versetzen. Anfangs mißglückten diese Versuche auch, da die Beobachter oft in Spannung verfielen, die sie gewöhnlich bis zum Ende des Versuches beherrschte; nach einiger Übung ging es aber viel besser, und wir konnten ziemlich gute und übereinstimmende Resultate erhalten. Manche gute Versuche sind uns dann auch unwillkürlich zugefallen, nämlich, als wir versuchten, durch Suggestion auch Beruhigungszustände zu erhalten. Die Beobachter bemühten sich, sich zu beruhigen, und als ihnen das nicht gelang, wurden sie ganz erregt. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

12/XI, $4\frac{1}{2}$—5 h. Beobachter Bakaloff, Normalzustand (Fig. 5). Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter ganz ruhig. Nach dem Befehle, sich in Erregung zu versetzen, wird er zuerst etwas gespannt. Gleichzeitig entsteht in ihm eine ziemlich große Erregung, die sein ganzes Bewußtsein erfaßt und die er nirgends lokalisieren kann. Der Beobachter bezeichnet sie als den Ausdruck der gesteigerten Wirksamkeit seines Bewußtseins, er glaubt in diesem Augenblicke viel intensiver gelebt zu haben. Die Erregung ist ein allgemeiner psychischer Zustand, den man erleben muß, wenn man ihn erkennen will. Der Beobachter nimmt auch wahr, daß während der Erregung seine Atmung etwas beschleunigt und unregelmäßig wird, er fühlt auch ein besonderes Zittern in seinem Innern, das mit einer Steigerung der inneren Temperatur verbunden zu sein scheint. Der Beobachter kann aber nicht behaupten, daß die Erregung sich aus diesen Empfindungen zusammensetzt. Nach dem Befehle »genug« bemüht sich der Beobachter, in Normalzustand überzugehen. Anfangs gelingt ihm das nicht, ja es scheint sogar, daß die Erregung sich etwas gesteigert hat, allmählich tritt aber eine Beruhigung ein, doch auch am Ende des Versuches fühlt sich der Beobachter noch etwas erregt.

14/XI, 2—$2\frac{1}{2}$ h. Beobachter Tritschkoff, ruhig. Es sollte ein Versuch über Beruhigung ausgeführt werden. Darum fängt der Beobachter an, gleich nach dem Beginne des Versuches sich zu beruhigen, ohne einen Befehl dafür erhalten zu haben. Zuerst wird er etwas gespannt, dann aber fühlt er sich beinahe ganz beruhigt, sogar etwas betäubt und vor allem sehr passiv; der Inhalt seines Bewußtseins wird verschwommen,

undeutlich. In diesem Zustande trifft ihn der Befehl, sich zu beruhigen. Obwohl erwartet, wirkt dieser Befehl überraschend und erregend. Das Bemühen des Beobachters, sich von neuem zu beruhigen, hat keinen Erfolg. Darum wird er mehr und mehr erregt. Worin diese Erregung besteht, kann der Beobachter nicht sagen. Er kann sie nicht lokalisieren, sie ist auch in andere psychische Vorgänge nicht zerlegbar. Die Erregung kann nur als ein allgemeiner psychischer Zustand bezeichnet werden, der sich auf sein ganzes Bewußtsein bezieht. Gegen das Ende des Versuches bemüht sich der Beobachter nochmals, sich zu beruhigen, der Gedanke aber, daß der Versuch nicht gelungen ist, hält ihn bis zum Ende in Erregung.

Aus 37 ähnlichen Versuchen, die wir mit allen unseren Beobachtern ausgeführt haben, ergab sich, daß die Erregung ein psychisches Erlebnis von derselben Art wie die Spannung ist. Auch die Erregung konnte nicht näher bestimmt werden, sie wurde auch als weder analysierbar, noch lokalisierbar bezeichnet. Wohl war sie fast immer als von Organempfindungen begleitet angegeben, man sprach von Wahrnehmen der Störung der Atmungstätigkeit, Beschleunigung der Herztätigkeit usw., und diese Empfindungen ließen sich verhältnismäßig leicht lokalisieren und auch beschreiben, doch die eigentliche Erregung konnte mit diesem Komplex von Empfindungen nicht identifiziert werden. Fast alle Beobachter nannten sie einen allgemeinen psychischen Zustand und bezogen sie dadurch auf das Bewußtsein selbst. »Sie gibt dem ganzen Inhalt des Bewußtseins eine besondere Betonung«; »alle meine Erlebnisse während dieses Zustandes waren eigentümlich gefärbt, und diese Färbung, die sich nicht weiter beschreiben läßt, nenne ich Erregung.« Ähnlich lauten die Aussagen der meisten Beobachter, und die Erregung wird als Ausdruck der gesteigerten Wirksamkeit des Bewußtseins bezeichnet.

Die Veränderungen der Ausdruckskurven, die den oben angegebenen Aussagen der Beobachter entsprechen, sind in Tabelle VIII zusammengestellt. Es kommen in ihnen gewisse typische Veränderungen vor, die den Veränderungen in den parallelgehenden psychischen Vorgängen genau entsprechen. Aus ihnen können wir also die objektiven Symptome der Erregung ziemlich leicht feststellen. Sie stimmen mit denen, die wir schon bei der Betrachtung des Tätigkeitszustandes für die Erregung gefunden, vollkommen überein. So wird die Atmung fast immer beschleunigt und etwas unregelmäßig. Nur wo die Erregung mit größerer Spannung verbunden gewesen

Tabelle VIII.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Bakaloff	Normalzustand	a-b	25, 23.5, 23, 22	23.37	28.5, 29, 27.5, 26	27.75	5.75	5.75	7	7
		Erregung	b-c	25, 20, 20.5, 20	21.37	21, 27, 26, 32.5	26.63	5.5, 5.62, 5.37, 5.13	5.4	8, 7.6, 7.8, 7.5	7.73
			c-d	20, 19, 21, 19	19.75	21, 27.5, 30, 29.5	27	5.05, 5.35, 5.35, 5.13	5.22	6.8, 7.2, 7.8, 8	7.45
		»genug«	d-e	20, 20, 21.5, 21	20.63	24.5, 28, 32, 28	28.13	5.2, 5.2, 5.5, 5.5	5.35	7.5, 8, 7.5, 7.2	7.55
		Normalzustand	e-f	20, 20	20	27.5, 26.5	27	5.4, 5.33	5.37	7.5, 7	7.25
2	Tritschkoff	Normalzustand	a-b	23, 19	21	5, 11	8	5.85	5.85	5.5	5.5
		Beruhigung	b-c	18.5, 18.5	18.5	16, 20	18	5.92, 6.08	6	5.5	5.5
		Erregung	c-d	18, 19, 19	18.67	23, 20, 20	21	5.7, 5.54, 5.56	5.6	6, 6.2, 6.1	6.1
			d-e	20, 21, 18, 17.5	19.13	21, 17.5, 21.5, 18	19.5	5.43	5.43	6	6
			e-f	18, 17, 17, 17	17.25	13.5, 15, 16, 17.5	15.5	5.38	5.38	6, 5.8, 5.5, 5.5	5.7
		Normalzustand	f-g	18, 19, 19.5	18.83	16, 17, 15.5	16.17	5.5, 5.6	5.55	5.5, 6.2	5.85
3	Stephanoff	Normalzustand	a-b	30, 35	32.5	27.5, 23	25.25	5.6	5.6	6	6
		Erregung	b-c	24, 21.5, 22, 25	23.13	20, 27, 52, 43	35.5	5.25, 5.1, 4.82, 4.83	5	6, 6, 6.2, 6.2	6.1
			c-d	24, 23, 23, 24	23.5	51, 18, 56, 15	35	5.24, 5.5, 5.52, 5.62	5.47	6.5, 7, 7.5, 7	7
			d-e	22, 24, 25	23.67	44, 39, 29	37.33	5.67	5.67	6.8, 6.5, 6.3	6.5
		Normalzustand	e-f	34, 30, 28	30.67	17.5, 24, 32	24.5	5.75	5.75	5.8	5.8

ist, wird die Atmung auch oberflächlicher, wo das aber nicht der Fall gewesen ist, vertieft sie sich und wird sogar tiefer als die normale (siehe die Beispiele 2 und 3 in Tabelle VIII). Die Atmungskurven werden oft, besonders bei starker Erregung spitzig und zackig. Besonders charakteristisch war aber die Pulskurve. Bei der Erregung fängt das Herz an, stärker und schneller zu schlagen, und darum bekamen wir immer nur verkürzte und erhöhte Pulse. Damit verband sich oft eine gewisse Unregelmäßigkeit, besonders in der Höhe der einzelnen Pulse. In derselben Phase reihen sich einzelne höhere und niedere Pulse nebeneinander.

Bei der Durchsicht der bisherigen Literatur begegnen uns bei der Erregung dieselben Streitfragen wie bei der Untersuchung der Spannung. In der Frage nach der Feststellung der objektiven Symptome der Erregung scheint eine ziemlich große Übereinstimmung zu herrschen, allerdings, es muß zugleich hervorgehoben werden, daß sehr wenig Psychologen sich speziell mit der Erregung beschäftigt haben. Doch alle Versuche über Tätigkeit oder Konzentration der Aufmerksamkeit, in welchen die Erregung das herrschende Element war, gehören hierher, und wir haben gesehen, daß in solchen Fällen die entsprechenden Kurventeile kürzere und erhöhte Pulse und unregelmäßige und beschleunigte Atmung aufweisen. Genauer mit der Feststellung der Symptome der Erregung selbst haben sich Brahn und Gent beschäftigt. Brahn, der nur die Veränderungen in der Pulskurve in Untersuchung zieht, findet, daß die Erregung sich mit höherem Pulse verbindet[1]). Eine Verkürzung der Pulse hat er nicht wahrgenommen. Brahn verwendet als Reize für Hervorrufung der Erregung nur Gerüche und Töne, bei denen aber die Entstehung eines ziemlich starken Lustgefühls nicht zu vermeiden ist. Wahrscheinlich handelt es sich bei Brahns Symptomen um den Ausdruck eines viel komplizierteren psychischen Vorganges, als er selbst annimmt. Eine gewisse Verschmelzung der Symptome der Lust und Erregung hat sich beim Arbeiten mit Gerüchen wenigstens in unseren Versuchen ergeben. Gents Ergebnisse über die Symptomatik der Erregung stimmen vollkommen mit den unsrigen überein. »Die Atmung erfährt unter ihrem Einflusse — berichtet er — eine Abflachung, Beschleu-

[1]) Brahn, a. a. O., S. 182.

nigung und zeitweise Unregelmäßigkeit. Die Einzelpulse erhöhen sich und nehmen an Länge ab«[1]).

Nicht so leicht kann man sich in der zweiten Frage zurechtfinden — in der Frage nach der psychischen Natur der Erregung. Auch hier stehen sich die beiden Theorien gegenüber, die wir bei der Untersuchung der Spannung gefunden haben — die Organempfindungstheorie und die Gefühlstheorie. Als Vertreter der ersteren können Titchener und Orth hervorgehoben werden. Titchener arbeitet auch hier nur nach der Eindrucksmethode, und als Reize wendet er nur Reihen von Harmoniumklängen an. Nach den Angaben der Beobachter, welcher Klang der angenehmere, unangenehmere oder erregendere war, zeichnet er Urteilskurven für alle diese Reaktionen auf die gegebenen Reize, wie er sie nennt, und findet, daß die Erregungs-Depressionskurven keine von den Lust-Unlustkurven verschiedene typische Form haben. Und da Titchener überzeugt ist, daß nur die eine von diesen Reaktionen die primäre sein kann, glaubt er, aus seinen Versuchen den Schluß ziehen zu können, daß die L-U-Reaktion die primäre Gefühlsreaktion sei. Demnach wäre die Erregung ein je nach Umständen angenehmer oder unangenehmer Gemütszustand, das Charakteristischste für sie werden aber immer die Organempfindungen sein[2]). Wie bei der Spannnung kann dieser Schluß auch hier nur aus seinen Resultaten nicht gezogen werden, und Beispiele von genauerer Analysierung der Erregung hat Titchener nicht gegeben. Er hat es auch nicht versucht, Zustände zu erhalten, in denen die Erregung dominiert oder Erregungszustände, die durch verschiedene Reize hervorgerufen worden sind, miteinander zu vergleichen und nach ihrer psychischen Zusammensetzung zu untersuchen. Darum ist auch hier seine Beweisführung nicht zwingend. In dieser Beziehung viel genauer und vorsichtiger arbeitet Orth. Seine Versuche sind mit Reizen aus fast allen Sinnesgebieten ausgeführt, und die Erlebnisse der Beobachter werden ausführlich aufgezeichnet. Sie berichten aber überall, wo es sich um einen Erregungszustand handelt, nur über Organempfindungen. Die Reize, die Orth verwendet, sind Töne, Farben und Gerüche, sie rufen aber zusammengesetzte,

[1]) Gent, a. a. O., S. 765.

[2]) Titchener, a. a. O., S. 399.

psychische Zustände hervor, in denen gewöhnlich nicht die Erregung, sondern das Lust- oder Unlustgefühl der herrschende Vorgang ist. Man kann sich dann leicht vorstellen, daß diese dominierenden Vorgänge die Aufmerksamkeit des Beobachters mehr in Anspruch nehmen werden, und daß die Analyse des Erregungszustandes, der in diesen Fällen als etwas Nebensächliches erscheint, etwas oberflächlich ausfallen wird. Nach Orths Versuchen sind also Organempfindungen die Hauptbestandteile der Erregung, sie werden aber auch von ihm als solche der Spannung angegeben. Wie sind nun diese beiden Zustände voneinander zu unterscheiden, wenn sie beide nur aus Organempfindungen zusammengesetzt sind? Diese Frage ist Orth nicht entgangen, und er versucht den Unterschied zwischen Erregung und Spannung durch die Verschiedenheit der Organempfindungen, die sie zusammensetzen, zu erklären. Man tut sicher Unrecht, meint er, die Erregungszustände als Gefühle zu bezeichnen. »Sie sind nichts anders als Komplexe von Empfindungen, wenn auch anderer Art als die Spannungsempfindungen. Diese scheinen mehr in den Muskeln, Sehnen und Gelenken ihren Sitz zu haben, jene in den Vasomotoren«[1]. Die schwache Seite dieser Ausführungen ist nun die, daß sie nur auf die begleitenden Empfindungen acht geben, die natürlich sehr wichtig für die Erregung sind, und auf sie immer verstärkend wirken, diese Empfindungen können aber den Erregungszustand nicht ausmachen. Es ist noch etwas ganz Eigenartiges in dem Erregungszustande, was die Vertreter der Gefühlstheorie, wie Wundt, Brahn, Vogt usw. besonders hervorheben, was aber nicht beschrieben werden kann, sondern erlebt sein muß, um erkannt zu werden. Und dieser Zustand ist mehr mit den Gefühlen verwandt als mit den Empfindungen. Wie man die Lust- und die Unlustgefühle in die sie begleitenden Empfindungskomplexe nicht auflöst, kann man das auch mit der Erregung nicht tun und muß sie als ein eigenartiges psychisches Erlebnis anerkennen. Die entsprechenden eindeutigen und übereinstimmenden Ausdruckssymptome geben uns wenigstens auch einen Hinweis dafür, obwohl sie allein kein Beweis für die eigentümliche Natur der Erregung sein können.

Die eigentümliche Natur der Erregung kommt noch besser zum

---

[1]) Orth, a. a. O., S. 106.

Vorschein, wenn man sie mit dem gegensätzlichen Zustand der Beruhigung vergleicht. Es gelang uns, diesen Zustand weit reiner zu erhalten als die Erregung. Einige der Versuche sind uns eigentlich mißglückt, indem wir gerade das Entgegengesetzte erreichten — die Beobachter gerieten durch ihr Bemühen, sich zu beruhigen, in Erregung — doch in den meisten Versuchen versicherten uns die Beobachter, eine vollständige Beruhigung genossen zu haben, was uns von den eindeutig verlaufenden objektiven Symptomen bestätigt wurde. Die reinsten Beruhigungszustände wurden auch hier durch Suggestion erreicht. Der folgende Versuch kann uns als Beispiel dienen:

14/XI, 10—10$^1/_2$ h. Beobachter Konstantinoff, ruhig (Fig. 6). Bei dem Beginne des Versuches, noch ohne einen Befehl dafür erhalten zu haben, beginnt der Beobachter, sich zu beruhigen. Nach dem Befehle »ganz ruhig« geht er allmählich in vollkommene Beruhigung über. Seine Gedanken werden vag und unbestimmt und bekommen eine eigentümliche Färbung, die er selbst als Beruhigung bezeichnet. Diese erlebt er als einen allgemeinen psychischen Zustand, der sein ganzes Bewußtsein umfaßt und ihm ein besonderes Gepräge gibt. Diesen Zustand kann er aber in elementarere psychische Vorgänge nicht zergliedern. Mit der Beruhigung verbindet sich bald schwaches Lustgefühl, das aber nicht lange dauert. Nach dem Befehle »genug« kann der Beobachter nicht gleich in Normalzustand übergehen. Er fühlt sich noch einige Augenblicke ganz passiv und schläfrig. Erst am Ende des Versuches wird er munter.

Ähnlich fielen die Aussagen aller anderen Beobachter aus. So berichtet uns z. B. Pentscheff: »während der Beruhigung sind alle Gedanken aus meinem Bewußtsein verschwunden. Ich fühlte mich vollständig passiv und schläfrig, dabei auch etwas angenehm gestimmt. Ich vermutete, daß während dieses Zustandes meine Atmung sich etwas verlangsamt hat.« Ebenso Stephanoff: »Bei diesem Zustande gab es in meinem Bewußtsein nichts Klares und Deutliches. Undeutliche Inhalte verschwammen miteinander. Ich erlebte sie in einer eigentümlichen Färbung von Schläfrigkeit, die ich nur auf einen bestimmten Inhalt meines Bewußtseins nicht beziehen kann.«

Aus den Aussagen der Beobachter ergab sich, daß die Beruhigung ganz rein nicht erhalten werden kann. Oft gab man als ihre begleitenden subjektiven Erlebnisse Lösung und Lust an. Sie wurde als ein allgemeiner psychischer Zustand bezeichnet, d. h. ein Zustand, der sich nicht irgendwo in unserem Körper lokalisieren läßt, sondern sich auf das Bewußtsein bezieht. Die Beruhigung, die man oft auch

einen Zustand der größten Passivität nannte, kommt dann in uns zur Herrschaft, wenn in unserem Bewußtsein kein großer Wechsel der Inhalte stattfindet, ja bei ihm wird alles im Bewußtsein unklar und verschwommen. Das ist auch wahrscheinlich der Grund dafür, daß unsere Beobachter überhaupt sehr wenig von begleitenden Empfindungen sprachen, oder die Existenz solcher nur als eine Vermutung aufstellten. Endlich wurde die Beruhigung als ein unzerlegbarer psychischer Vorgang bezeichnet. Es wird also in dieser Beziehung dasselbe Merkmal angegeben, das wir bei der Untersuchung der Spannung, Lösung und Erregung kennen gelernt haben.

Ganz übereinstimmend fielen die objektiven Symptome aus. Wenn man die Tabelle IX betrachtet, wird man sehen, daß überall, wo die Beruhigung als herrschender psychischer Vorgang angegeben wird, dieselben Veränderungen der Ausdruckskurven stattfinden, die den Symptomen der Erregung gegenüber gerade den entgegengesetzten Charakter tragen. Die Atmung wird sehr regelmäßig, ein wenig verlangsamt und etwas oberflächlich, der Puls vor allem verlängert und, wenn die Beruhigung von Lust nicht begleitet ist, was nicht so oft vorkommt, etwas erniedrigt.

Mit der Feststellung der objektiven Symptome der Beruhigung haben sich bis jetzt nur Brahn und Gent beschäftigt. Brahn findet, daß die Beruhigung sich mit niedrigerem Puls verbindet[1]). Gent berichtet, daß die Atmung während der Beruhigung langsamer und flacher wird. Herabminderung der Pulshöhe und Pulsverlängerung ist, nach ihm, das zweite Symptom der Beruhigung[2]). Man sieht, die Ergebnisse der beiden Psychologen stimmen mit den unseren vollständig überein.

Was die Theorien über die psychische Natur der Beruhigung betrifft, so sind sie dieselben, die uns bei der Untersuchung der Spannung und der Erregung entgegentraten. Zu dem, was wir bei der Besprechung dieser Zustände gesagt haben, können wir hier nichts hinzufügen. Wir heben nur den Umstand hervor, daß die Beruhigung sich schwerer in Organempfindungen auflösen läßt, als die Spannung und die Erregung, da begleitende Empfindungen nicht immer wahr-

---

[1]) Brahn, a. a. O., S. 182.
[2]) Gent, a. a. O., S. 767.

Tabelle IX.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Konstantinoff	Normalzustand .	a-b	29.5, 30.5, 25	28.33	12.5, 10, 12	11.5	6.5, 6.7, 6.75	6.65	5.5, 6, 6	5.83
		»sei ruhig« . .	b-c	31, 27, 26, 26.5	27.38	14, 9, 10, 11.5	11.13	6.8, 7, 7, 6.88	6.92	5.2, 5.5, 5.5, 6	5.55
			c-d	27, 28, 26	27	13, 13.5, 12	12.83	7.13, 6.75, 6.5	6.79	4.8, 5, 4.9	4.9
		»genug« . . .	d-e	25, 26.5	25.75	14, 16	15	6.25, 6.62	6.43	5.3, 5.5	5.4
		Normalzustand .	e-f	26, 26	26	18, 17	17.5	6.5, 6.38	6.44	5.8, 6	5.9
2	Pentscheff	Normalzustand .	a-b	19, 23, 20	20.67	16, 17.5, 15	16.17	6.25	6.25	7.8	7.8
		Erregung . . .	b-c	20, 22, 24	22	17, 11, 13	13.67	6.14	6.14	8	8
		Beruhigung . .	c-d	21, 20.5, 20, 19	20,13	11, 12.5, 11, 14	12.3	6.36, 6.36, 6.48, 6.48	6.42	7.8	7.8
		Normalzustand.	d-e	17, 22, 19, 18	19	9, 13, 16, 12	12.5	6.35, 6.24, 6.24, 6.29	6.28	8, 8, 8.2, 8.2	8.1
3	Stephanoff	Normalzustand .	a-b	35, 41.5	38,25	17, 17.5	17.25	6.24	6.24	5.2	5.2
		Beruhigung . .	b-c	46.5, 45, 43.5	45	18, 14, 14	15.33	6.47	6.47	4.8	4.8
		Normalzustand .	c-d	35, 22.5, 25, 27	27.37	10, 11.5, 8, 7	9.13	6.4, 6.32, 6.33	6.35	5, 5.5, 5.5	5.33

genommen werden. Die Aussagen der Beobachter bezeichnen die Beruhigung als einen eigentümlichen elementaren psychischen Vorgang, der den Gegensatz zu dem Zustande der Erregung bildet, und das wird von dem Verlaufe der begleitenden objektiven Symptome bestätigt. Sie bildet also mit der Erregung ein Paar von gegensätzlichen eigenartigen elementaren psychischen Vorgängen, die nach ihren allgemeinen Merkmalen derselben Art von psychischen Vorgängen anzugehören scheinen, wie der Gegensatz Spannung und Lösung.

VIII. Lust und Unlust.

Lust und Unlust sind elementare psychische Vorgänge, die einer experimentellen Untersuchung sehr schwer unterzogen werden können, darum sind alle bisherigen Untersuchungen zu sehr widerspruchsvollen Ergebnissen gekommen. Besonders groß sind die Widersprüche bei der Feststellung der objektiven Symptome der Gefühle ausgefallen, so daß es scheint, als ob die Untersuchung der Gefühlsvorgänge noch lange Zeit keine eindeutige objektive Stütze erhalten könne und darum nur den lückenhaften und schwer kontrollierbaren Ergebnissen der Eindrucksmethode preisgegeben bleibe. Wenigstens kann man zu solch einem Schlusse kommen, nachdem man die sehr gewissenhaft ausgeführten Versuche von Martius überblickt hat. Und doch scheint uns, daß es mit der Gefühlslehre nicht so schlimm steht. Bei der Untersuchung des Tätigkeitszustandes haben wir ja gesehen, daß viele von den Widersprüchen sich leicht durch die Ergebnisse einer genaueren Selbstbeobachtung erklären lassen. Unsere weiteren Untersuchungen werden wenigstens ein Versuch sein, dies auf dem Gebiete der Lust- und Unlustgefühle zu tun.

In den meisten der bisherigen Untersuchungen wird der sehr wichtige Umstand übersehen, daß die Lust- und Unlustgefühle psychische Elementarvorgänge sind und als solche nie rein erhalten werden können. Es ist sogar sehr schwer, psychische Zustände zu erhalten, bei denen Lust oder Unlust als der einzige dominierende Vorgang vorkommen. Sie werden immer außer von dem begleitenden Empfindungskomplexe auch von Spannung-Lösung oder Erregung-Beruhigung begleitet. Gefühlszustände werden ja gewöhnlich dann deutlich wahrgenommen, wenn die sie hervorbringende Reizeinwirkung

apperzipiert wird. Jeder Eindruck, der in uns eine Gefühlsreaktion hervorrufen soll, bewirkt eine Konzentration der Aufmerksamkeit, unter deren Einflusse die ganze Reizphase steht, ja unter Umständen dauert dieser Einfluß bis zum Ende des Versuches fort. Die Konzentration der Aufmerksamkeit, der Tätigkeitszustand, ruft aber gewisse typische Veränderungen in den Ausdruckskurven hervor, die je nach der Stärke der Erregung oder der Spannung verschieden sein können. Es handelt sich also bei vielen der widerspruchsvoll ausgefallenen Ergebnisse nicht um eigentliche Symptome der Lust- oder Unlustvorgänge, sondern um eine Verbindung solcher mit denjenigen des Tätigkeitszustandes. Es muß dann aber auch der Umstand beachtet werden, daß nicht alle Reizarten dazu geeignet sind, einfachere psychische Zustände in uns zu erwecken und dementsprechend dieselben Veränderungen der Atmungs- und Pulskurve hervorzubringen. Es kommen neben dem Lust- oder Unlustgefühle fast immer Zustände der Erregung-Beruhigung oder Spannung-Lösung vor, die durch die Art der Reize hervorgerufen werden, und je nach dem Vorhandensein dieser oder jener dieser Zustände fallen die Ausdruckssymptome für die Gefühlsbetonung der betreffenden Reize aus. Eine Vergleichung der Ergebnisse, die bei der Anwendung von verschiedenen Reizen aus allen Sinnesgebieten erhalten worden sind, scheint also notwendig zu sein, und das nicht nur für die Feststellung der objektiven Symptome, sondern auch für die Lösung der Frage nach den charakteristischen Merkmalen der Gefühle, sowie nach der Zahl ihrer Qualitäten. Um diesen Erfordernissen entgegenzukommen, haben wir zwei Arten von Versuchen über Lust- und Unlustgefühle angeordnet: 1) Versuchsreihen, bei denen die Reizeinwirkung von starker Konzentration der Aufmerksamkeit vorbereitet und begleitet wurde, 2) Versuchsreihen, bei denen die Beobachter die Anweisung bekamen, sich möglichst passiv gegen die Reizeinwirkung zu verhalten, ja sich ihrem Einflusse ganz zu ergeben, und bei denen unter diesen Bedingungen die Reizarten variiert wurden.

1. Lust- und Unlustgefühle vom Tätigkeitszustand begleitet.

In den folgenden Versuchen war den Beobachtern die Anweisung gegeben, ihre Aufmerksamkeit auf den Reiz stark zu konzentrieren. Die Konzentration der Aufmerksamkeit sollte nach dem Vorzeichen

gleich beginnen und während der ganzen Reizphase dauern. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

7/XI, 3 ½—4 h. Beobachter Sirakoff, etwas beunruhigt. Beim Beginne des Versuches will sich der Beobachter ganz beruhigen, doch unwillkürliche Gedanken beunruhigen ihn noch einige Augenblicke. Bei dem Vorzeichen »jetzt« spannt er seine Aufmerksamkeit an. Als der Experimentator seine Stirn leise berührt, atmet er auf, wobei er eine innere Erleichterung erlebt, die während der ganzen Reizphase fortdauert. Die weitere leise Streichung seiner Stirne wirkt auf den Beobachter angenehm und beruhigend zugleich. Nach der Reizphase verschwindet aber das Lustgefühl, und er fühlt sich nur untätig und passiv.

4/XII, 4 ½—5 h. Beobachter Bakaloff, ruhig. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter ganz ruhig, nach einiger Zeit aber fängt er an, auf den Reiz zu warten. Nach dem Vorzeichen »jetzt« verstärkt sich seine Erwartung mehr und mehr und geht in eine ziemlich starke Konzentration der Aufmerksamkeit über. Bei der Berührung seines Ohres konzentriert er noch stärker seine Aufmerksamkeit, indem er hauptsächlich den berührten Ort beachtet. Anfangs nimmt der Beobachter an dieser Stelle nur Berührungs- und Temperaturempfindungen wahr, sie verstärken sich aber allmählich und gehen in Schmerz über. Die Applikation des Reizes befreit ihn von der vorangehenden Spannung nicht, im Gegenteil, sie wird stärker. Der Schmerz verursacht ein ziemlich starkes Unlustgefühl. Der Beobachter unterscheidet ganz gut das letztere von der Schmerzempfindung selbst, da er diese deutlich am Ohre lokalisiert, während er das Unlustgefühl als rein inneren, subjektiven Zustand erlebt. Nach dem Aufhören des Schmerzes dauert das Unlustgefühl noch ein wenig fort, am Ende des Versuches entsteht eine starke Erregung, da der Beobachter noch eine Reizeinwirkung erwartet.

Ähnlich fielen die Aussagen der anderen Beobachter aus. Wenn also die Aufnahme eines gefühlsbetonten Reizes durch eine starke Konzentration der Aufmerksamkeit vorbereitet ist, tritt mit der Applikation des Reizes eine Lösung und Beruhigung ein, oder der Tätigkeitszustand wird noch verstärkt. Die unter solchen Bedingungen bewirkten Lust- oder Unlustgefühle fallen nach ihrer Stärke sehr verschieden aus. Bei der herrschenden starken Spannung werden sie als etwas zurückgesetzt, abgeschwächt angegeben, deutlicher treten sie auf, wenn die Spannung durch eine Lösung oder Beruhigung ersetzt wird. Entsprechend diesen Aussagen gestalten sich die objektiven Symptome; für die oben gegebenen Beispiele sind sie in Tabelle X zusammengestellt. Am meisten wird durch die Tätigkeit die Atmung beherrscht, und es kommt auch hier am meisten die Spannung zum Ausdruck. Sie ist während des ganzen Versuchs ober-

Tabelle X.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Sirakoff	Normalzustand .	a-b	25, 22.5	23.75	13, 13	13	7.25	7.25	4, 4.25	4.13
		Erregung . . .	b-c	32, 22	27	12, 23.5	17.75	6.8, 6.7	6.75	4.25	4.25
		Normalzustand .	c-d	27, 26.5	26.75	14, 13.5	13.75	7	7	4.2, 3.8	4
		»jetzt«	d-e	21, 23	22	18, 14	16	7.3, 7.36	7.33	4	4
		Lustgefühl . .	e-f	20, 18, 22	20	17, 18, 13	16	7.43	7.43	4.2, 4.5	4.35
		Normalzustand .	f-g	22.5, 21, 23	22.17	15, 16, 14	15	7	7	4	4
2	Bakaloff	Normalzustand .	a-b	26, 24.5, 23, 23	24.13	25, 24, 24.5, 19	23.13	6	6	7	7
		»jetzt«	b-c	23.5, 24, 24, 22	23.38	24, 16.5, 14, 14	22.13	6	6	7	7
			c-d	23	23	18	18	6.37	6.37	7.8	7.8
		Schmerz . . .	d-e	22, 25	23.5	19.5, 16	17.75	6.18, 6.1	6.14	7.8, 6.5	7.15
			e-f	22, 21, 21	21.33	13, 17, 18	16	5.91	5.91	6.2, 6.5, 6.5	6.4
		Normalzustand .	f-g	22, 21, 21	21.5	16, 17, 33	22	6.28, 6.2, 5.85	6.11	7.8, 7.5, 7.5	7.6

flächlich, etwas unregelmäßig, und es lassen sich die Symptome der anderen psychischen Zustände in ihren Veränderungen sehr schwer erkennen. In unserem ersten Beispiele ist die Atmung tiefer geworden, das deutet aber schon darauf hin, daß hier die Spannung durch Lösung und Beruhigung ersetzt worden ist, die bis zum Ende des Versuches dauert. Was die Pulskurve betrifft, so verändert sie sich, je nachdem der eine oder der andere von den subjektiven Zuständen herrscht. Ist die Spannung der herrschende Zustand, so werden die Pulse verlängert, kommt das Unlustgefühl zur Herrschaft, so werden sie verkürzt und erniedrigt usw. Aus der Betrachtung der Ergebnisse von 34 Versuchen dieser Art kamen wir zu dem Schlusse, daß in den Veränderungen der Atmungs- und Pulskurven nur der herrschende psychische Zustand zum Ausdruck kommt. Die Symptome der anderen Komponenten, wenn diese Vorgänge eine gewisse Intensität besitzen, kommen nur dann vor, wenn sie die herrschenden Symptome verstärken oder ergänzen. Zu diesem Schlusse hat uns ja auch die Untersuchung des Tätigkeitszustandes geführt.

Ähnliche Versuche hat auch Kelchner ausgeführt[1]). Sie hat auch die Reizeinwirkung durch leises »jetzt« vorbereitet und dann mit Farben oder disharmonischen Tönen eingewirkt. Und ihre Ergebnisse sind ziemlich wie die unseren ausgefallen, obwohl sie ihnen eine etwas abweichende Deutung gibt. In ihren Versuchen, gibt sie an, ist immer mit der Applikation des Reizes eine Lösung eingetreten, welche allein in den Kurven zum Ausdruck kommt. Nach den Beispielen, die Kelchner uns gibt, scheint aber das nicht immer der Fall gewesen zu sein. Die verkürzten Pulse, die die Vorbereitungsphase in ihren Versuchen immer kennzeichnen, deuten auf einen vorausgehenden Tätigkeitszustand; die verlängerten Pulse, die nach der Applikation des Reizes eintreten, und die Kelchner als Lösungssymptome ausgibt, deuten vielmehr auf Lust und Beruhigung hin. Uns scheint, daß es möglich ist, aus ihren Angaben den Schluß zu ziehen, daß es bei ihren Lustversuchen sich um einen Komplex von Lust und Beruhigung oder Spannung handelt, bei den Unlustversuchen um eine Mischung von Unlust und Beruhigung, eine Art von Depression, in der die Beruhigung der herrschende Zustand ist. Die Be-

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 60 ff.

trachtung einer gelben Farbe z. B. wird in Wirklichkeit schwerlich so stark Unlust hervorrufen, daß die durch die Applikation des Reizes verursachte Beruhigung nicht zur Geltung käme. Und wenn wir Kelchners Ergebnisse so nehmen, wie sie sie uns darbietet, daß also bei Versuchen über durch Spannung vorbereitete Lust- und Unlustgefühle bei der Applikation der Reize die Symptome der Lösung, nicht diejenigen der Lust oder der Depression entstehen, so stimmen sie auch mit den unseren vollkommen überein. Wir können natürlich nicht so weit gehen, um mit Kelchner zu schließen, daß alle Kurven durchaus ähnlich aussehen, sobald Spannung des Gefühlszustandes vorangeht[1]) — unsere Versuche haben uns gezeigt, daß das nicht immer der Fall sein kann — wir können aber auch nach der Betrachtung von Kelchners Versuchen den Satz aufstellen, daß in den Ausdruckskurven, die komplexeren, psychischen Zuständen entsprechen, die Symptome desjenigen psychischen Zustandes zum Ausdruck kommen, der in dem betreffenden Komplexe der herrschende ist. Und in diesem Sinne soll auch der folgende Schluß Kelchners gedeutet werden: »Wir ersehen aus obigen Ergebnissen — behauptet sie — ferner eine gewisse Unabhängigkeit des Gefühls von den Modifikationen des Pulses und der Atmung. Lust und Unlust können bestehen, auch wenn diese Funktionen in einer Weise abgeändert sind, die dem gewöhnlichen Ausdruck der Gefühle ganz entgegengesetzt ist«[2]). An der Hand von unseren und Kelchners Versuchen müssen wir auch diese Behauptung etwas verändern. Die Unabhängigkeit der Lust und Unlust von den Modifikationen der Ausdruckskurven kommt ja nur dann zum Ausdruck, wenn es sich um Komplexe von psychischen Erscheinungen handelt, in denen Lust und Unlust nicht der herrschende subjektive Vorgang sind. In Fällen also, in denen Lust- und Unlustgefühle in Verbindung mit Spannung-Lösung oder Erregung-Beruhigungszuständen vorkommen, welche Zustände auch von bestimmten charakteristischen Veränderungen der Ausdruckskurven begleitet sind, kommen die Symptome derjenigen von allen diesen Vorgängen in den Kurven zum Ausdruck, die in den gegebenen Komplexen von psychischen Vorgängen die herr-

---

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 75.
[2]) Kelchner, a. a. O., S. 75.

schenden sind. Diese Versuche zeigen uns dann aber weiter, daß Lust und Unlust mit der Spannung-Lösung und Erregung-Beruhigung verwandte psychische Vorgänge sind, da ihr Verhältnis zu den Ausdruckskurven ein und dasselbe ist. Es scheint also sehr wahrscheinlich, daß es sich hier um psychische Vorgänge derselben Art handelt. Diese Frage zu entscheiden, müssen wir aber die allgemeinen Merkmale der Lust und Unlust, die von Reizen aus allen Sinnesgebieten hervorgerufen werden, kennen lernen und ihre objektiven Symptome genau bestimmen, was in den folgenden Versuchen geschehen soll.

2. Lust.

Die folgenden Versuche sind mit Reizen aus allen Sinnesgebieten ausgeführt worden. Die Beobachter waren angewiesen, sich der Reizeinwirkung ganz zu ergeben und nach dem Versuche ihre Erlebnisse genau anzugeben.

Um Lustgefühle durch Tastreize hervorzurufen, bedienten wir uns gewöhnlich einer leisen Streichung auf der Stirne. Fast immer, wenn sich damit kein starkes Kitzelgefühl verband, erzeugte dieser Reiz Lust und Beruhigung. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

6/XI, 4—4 $^1/_2$ h. Beobachter Kaneff, etwas ermüdet. Beim Beginne des Versuches fängt der Beobachter an, den Reiz zu erwarten, und diese Erwartung wächst allmählich. Die Berührung seiner Stirne erweckt anfangs nur Tastempfindungen, die ihn zuerst etwas spannen. Mit dieser Spannung verbindet sich aber bald ein Lustgefühl, das nicht besonders stark ist, doch etwas länger dauert als der Reiz selbst. Das Lustgefühl erlebt der Beobachter als nicht nur mit den Berührungsempfindungen verknüpft. Es wird von ihnen erweckt, verbreitet sich aber bald über sein ganzes Bewußtsein. Am Ende des Versuches geht der Beobachter allmählich in Normalzustand über.

28/XI, 9 $^1/_2$—10 h. Beobachter Stephanoff, ruhig. Beim Beginne des Versuches entsteht in dem Beobachter eine Erwartung, die nach einiger Zeit durch schwache Lösung unterbrochen wird. In diesem Momente wird der Reiz appliziert — leise Streichung über seiner Stirne. Anfangs bewirkt dieser Reiz nur schwache Tast-, Temperatur- und Kitzelempfindungen, und der Beobachter fühlt sich mehr erregt als angenehm gestimmt. Allmählich aber nimmt das Lustgefühl zu, verbreitet sich über sein ganzes Bewußtsein und gibt allen seinen Erlebnissen in diesem Augenblicke einen besonderen Ausdruck. Er fühlt sich zugleich beruhigt, ja sogar schläfrig. Der Beobachter nimmt auch wahr, daß seine Atmung

leichter geworden ist. Nach dem Aufhören der Reizeinwirkung dauert das Lustgefühl noch einige Augenblicke fort, wird aber immer schwächer und schwächer.

In diesen und 30 ähnlichen Aussagen gaben unsere Beobachter an, daß das Lustgefühl von den Tastempfindungen wohl bewirkt wird, aber eigentlich mehr mit dem Zustande des Bewußtsein in Beziehung stehe. Sie nannten es darum einen »allgemeinen«, »tonangebenden« Zustand. Die dem Lustgefühl entsprechenden Veränderungen in den Ausdruckskurven fielen sehr eindeutig aus. Die objektiven Symptome, die den oben angegebenen Beispielen entsprechen, sind in der Tabelle XI zusammengestellt. Wir stoßen überall bei ihnen auf verlängerte und erhöhte Pulse, wenn in den entsprechenden Aussagen Lustgefühl angegeben wird. Was die Atmung betrifft, so sind ihre Veränderungen nicht so ausdrucksvoll. Meistens kommt eine Hemmung und Beschleunigung der Atmung zum Vorschein, es kamen aber auch Fälle vor, in denen sich eine Atmungsverlangsamung herausstellte. Solche Verlangsamung zeigte sich fast bei allen Versuchen in dem zweiten Teile der Reizphase. Da fast in allen Aussagen der Beobachter die Beruhigung als ein Vorgang bezeichnet wurde, der sich langsamer entwickelt und darum mehr in dem zweiten Teile der Reizphase als zum Vorschein kommend angegeben wurde, können wir wohl annehmen, daß die Verlangsamung der Atmung mit der Beruhigung in Zusammenhang steht, die wir ja als ihr Symptom schon festgestellt haben.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen wir bei der Einwirkung von Geschmacksreizen. Das Charakteristischste für diese Versuche war, daß bei ihnen von Erregung und Beruhigung fast gar nicht die Rede war. Es wurde aber fast immer neben Lust auch Spannung hervorgehoben. Das hing wahrscheinlich damit zusammen, daß nach der Applikation des Geschmacksreizes ein Verlangen, den Stoff zu verschlucken, sich geltend machte. Das Schlucken aber beeinflußte oft die Atmung in sehr ungünstiger Weise. Im allgemeinen sind unsere Geschmacksversuche nicht besonders glücklich ausgefallen, obschon bei ihnen mehr von reinem Lustgefühl die Rede war, als bei der Anwendung anderer Sinnesreize.

Für Geschmacksreize dienten uns Lösungen von Zucker, Honig und Himbeersaft. Mittels eines kleinen Röhrchens wurde ein Teil

Tabelle XI.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Kaneff	Normalzustand.	a-b	19, 21, 20	20	21, 20, 19	20	7.6	7.6	5.5	5.5
		Streichung auf	b-c	20, 16	18	15, 26	20.5	7.75, 7.85	7.8	5.2	5.2
		der Stirne. .	c-d	19, 22	20.5	21, 18	19.5	7.92, 8.08	8	5.8, 6	5.9
		Normalzustand.	d-e	22, 18, 19.5	19.83	18, 19.5, 22.5	20	7.7, 7.65, 7.57	7.62	6, 5.5, 5	5.5
2	Stephanoff	Normalzustand.	a-b	23, 21	22	16, 12.5	14.25	6.05	6.05	4.8	4.8
		Lösung. . . .	b-c	19, 15	17	15, 19	17	6.17	6.17	4.8	4.8
		Streichung auf	c-d	16, 16, 19	17	15, 11, 17	14.33	5.94, 6.06, 6	6	5.1	5.1
		der Stirne. .	d-e	24, 22	23	11, 19	15	6.71	6.71	5.2	5.2
			e-f	23.5, 23	23.25	12, 10	11	6.4, 6.1	6.25	4.5	4.5
		Normalzustand.	f-g	26, 25	25.5	21, 19	20	6.13	6.13	5	5

der Lösung auf der betreffenden Stelle der Zunge appliziert. Der folgende Versuch kann uns als Beispiel dienen:

21/XI, 2—2 $^1/_2$. Beobachter M. Dimitroff; Normalzustand (Fig. 7). Beim Beginne des Versuches erwartet der Beobachter den Befehl, den Mund zu öffnen, was ihn etwas erregt. Die Applikation des Himbeersaftes bewirkt zuerst Tast- und Temperaturempfindungen, etwas später nimmt er auch den süßen Geschmack wahr. Er ist mit ziemlich starkem Lustgefühl verbunden. Der Beobachter verschluckt den Saft, um dadurch den süßen Geschmack und das mit ihm verbundene Lustgefühl für längere Zeit zu behalten. Dieser Zustand dauert bis zum Ende des Versuches, die Lust nimmt ab, verschwindet aber nicht ganz. Der Beobachter kann die Lust im Munde nicht ganz lokalisieren, sondern stellt sie in Beziehung zu seinem ganzen psychischen Zustand in diesem Augenblicke. Sie ist ein allgemeiner Zustand, der sich nicht analysieren läßt. Dieser Zustand ist von einer Erleichterung der Atmung begleitet, die das Lustgefühl verstärkt.

Auch hier war das Lustgefühl als ein allgemeiner, auf den Zustand des Bewußtseins sich beziehender psychischer Vorgang bezeichnet. Da die Dauer der Einwirkung bei den Geschmacksreizen nicht willkürlich bestimmt werden kann — sie dauert oft bis zum Ende des Versuches — sprachen die Beobachter oft von angenehmer Stimmung. Die objektiven Symptome (siehe die Tabelle XII) stimmen mit denen, die wir bei der Tasteinwirkung festgestellt haben, ziemlich überein, doch sind sie keineswegs so deutlich ausgefallen. Bei der Anwendung von Geschmacksreizen ist die Atmungskurve am wenigsten ausdrucksvoll. In vielen Fällen wird sie oberflächlicher und beschleunigt, doch das Verschlucken macht sie oft tiefer, die begleitende Spannung anderseits dehnt sie aus. Etwas eindeutiger sind die Pulssymptome ausgefallen. Da sind alle Pulse in der Reizphase erhöht, was mit den Ergebnissen bei Anwendung von Reizen aus allen Sinnesgebieten übereinstimmt, doch die Veränderungen der Pulslängen sind oft widerspruchsvoll. Meistens waren auch bei der Einwirkung von Geschmacksreizen die Pulse verlängert, wie z. B. das erste von unseren Beispielen zeigt, es kamen aber oft Fälle vor, in denen wie in unserem dritten Beispiele keine besondere Verlängerung zu bemerken ist, ja es kamen, obwohl seltener, doch auch solche vor, in denen, wie unser zweites Beispiel zeigt, sogar eine Pulsverkürzung eintrat. Es kann das alles davon abhängig gewesen sein, daß bei den Geschmacksreizen die Versuchsbedingungen nicht so günstig für Gefühlsversuche sind, da das Verlangen, den Stoff zu verschlucken, Spannung, ja oft auch

Tabelle XII.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	M. Dimitroff	Normalzustand.	a-b	18, 24, 20	20.67	31.5, 48, 40	39.83	7.25, 7, 7	7.06	6.8, 6.2, 6	6.33
		Himbeersaft. .	b-c	16.5, 20, 19	18.5	30, 29, 29.5	29.5	7.5, 7.4, 7.4	7.43	6.9, 7, 7	6.97
		Schlucken. . .	c-d	18, 20, 15	17.67	34, 19, 29	27.33	7, 7.33, 7.4	7.24	6.8, 6.8, 6.5	6.7
		Normalzustand.	d-e	19, 26	20.5	43, 39.5	41.25	7.13, 7.5	7.32	6	6
2	Stojanoff	Normalzustand.	a-b	18.5, 19, 18	18.5	7, 5, 5.5	5.83	5.65	5.65	6.5	6.5
		Erwartung . .	b-c	19, 18.5, 19	18.83	6, 17, 12	11.67	5.68, 5.73, 5.78	5.73	6.5, 6.8, 6.5	6.6
		Himbeersaft. .	c-d	15, 31, 20	22	6.5, 3.5, 4	4.67	5.6, 5.48, 5.54	5.54	7	7
			d-e	21, 18.5, 20	18.17	4, 5, 13.5	7.5	5.32	5.32	7.2, 7.2, 7.5	7.3
			e-f	20, 19, 18.5	19.17	8, 8, 9.5	8.5	5.27	5.27	7	7
		Normalzustand.	f-g	21, 17	19	4, 9.5	6.75	5.5	5.5	6.5, 6.2	6.3
3	Kaitasoff	Normalzustand.	a-b	26, 31	28.5	35, 36.5	35.75	5.95	5.95	4	4
		Erwartung . .	b-c	34.5, 33	33.75	32, 31.5	31.75	5.25	5.25	4	4
		Himbeersaft. .	c-d	31.5, 28, 26.5	28.67	28.5, 34, 35.5	32.67	5.8, 5.92, 5.89	5.87	4.5	4.5
			d-e	34, 30, 27	30.33	28.5, 32, 31	30.5	6	6	4.5, 5, 4.5	4.67
		Normalzustand.	e-f	27, 36, 27	30	33, 32, 36.5	33.83	5.94	5.94	4.5, 4, 4	4.17

Erregung verursachen kann und zugleich die Atmungskurve verunstaltet. Die eigentlichen Ursachen dieser Unregelmäßigkeiten der Ausdruckssymptome bei der Anwendung von Geschmacksreizen sind uns aber nicht vollständig klar geworden.

Bei der Anwendung von Geruchsreizen haben wir die stärksten Lustgefühle erhalten, sie kamen aber nie rein vor, sondern immer mit Erregung oder Beruhigung verbunden. Als Reize dienten uns gewöhnlich Rosenöl, Mentha, Kamphor, Menthol, Veilchenduft, Zitrone usw. Die meisten dieser Reize wurden in Lösungen gebraucht. In kleinen Fläschchen wurden sie im Momente des Einatmens unter die Nase des Beobachters gebracht. Bei diesen Versuchen zeigten die Beobachter oft die Neigung, etwas stärker einzuatmen, um das Lustgefühl dadurch zu verstärken, für die Gestaltung der Atmungskurve war solch ein Verhalten aber sehr verhängnisvoll. Wir sahen uns darum genötigt, vor jedem Geruchsversuche die entsprechende Anweisung den Beobachtern fortwährend zu wiederholen und während des Versuches genau zu beobachten, ob sie befolgt wurde. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

16/XI, $2^1/_2$—3 h. Beobachter M. Dimitroff; nachdenklich. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter nicht ganz ruhig, da er den Reiz fortwährend erwartet. Die Einwirkung der Mentha wird zuerst hauptsächlich von Erregung begleitet, es entwickelt sich aber dann auch ein Lustgefühl, das bis zum Ende der Reizphase dominiert. Der Beobachter bezeichnet diesen Zustand als angenehme Errregung, Heiterkeit. Durch ihn sind aber die Geruchsempfindungen ins Zentrum des Bewußtseins gerückt und beherrschen fast sein ganzes geistiges Leben in diesem Momente. Das Lustgefühl geht von ihnen aus, verbreitet sich aber über das ganze Bewußtsein, und alle psychischen Inhalte scheinen in ihm eingetaucht zu sein. Als begleitende Erscheinung kann er eine leichte Atmung angeben, worin sie aber besteht, kann er nicht sagen. Nach der Entfernung des Reizes dauert das Lustgefühl noch ein wenig fort, dann geht der Beobachter in Normalzustand über. Der zweite Reiz wird von ihm als Rosenöl gleich erkannt. Es entsteht dabei ein viel stärkeres Lustgefühl, das sich über das ganze Bewußtsein verbreitet. Der Beobachter fühlt sich zugleich beruhigt und träumerisch gestimmt. Dieser Zustand dauert auch nach der Entfernung des Reizes bis zum Ende des Versuches fort.

14/XI, $3^1/_2$—4 h. Beobachter Sirakoff, ruhig. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter ziemlich ruhig, die Bewegung des Experimentators wirkt aber auf ihn etwas spannend ein. Bei der Applikation des Rosenöls entsteht in ihm ein sehr starkes Lustgefühl, das sich auf sein ganzes Bewußtsein verbreitet. Er fühlt sich zugleich auch etwas

beruhigt. Bei der Fortdauer des Geruches schwächt sich der Gefühlszustand etwas ab. Die Einwirkung von Mentha bewirkt ein neues Lustgefühl, das viel stärker ist als das eben erlebte. Dieser Geruch wirkt aber zugleich erregend, und die Erregung dauert auch nach der Entfernung des Reizes fort.

Durch diese Aussagen werden die Ergebnisse, die wir bei den Tast- und Geschmackseinwirkungen gefunden haben, bestätigt. Auch hier wird das Lustgefühl als durch den entsprechenden Reiz hervorgerufen, nicht aber als nur mit ihm verbunden beschrieben. Die Beobachter setzen es in Beziehung mit dem ganzen Bewußtsein. Es wird als ein allgemeiner Zustand bezeichnet, der allen Erlebnissen in diesem Momente eine besondere Färbung gibt. Meistens wurde das Lustgefühl auch als unanalysierbar und unlokalisierbar angegeben, immer aber mit Erregung oder Beruhigung verbunden, Zustände, denen man dieselben Eigenschaften zuschrieb.

Die objektiven Symptome, die in Tabelle XIII zusammengestellt sind, stimmen mit den bis jetzt gewonnenen Erlebnissen vollkommen überein und bestätigen die angegebenen Selbstbeobachtungen. Nun muß man aber bei den Gerüchen immer vor Augen haben, daß es sich nicht immer um die Symptome der reinen Lust handelt, sondern daß dabei auch Erregung und Beruhigung in Betracht kommen, die oft so stark sind, daß sie einen deutlichen Einfluß auf die Ausdruckskurven ausüben. Am meisten scheinen die Veränderungen der Atmung davon abhängig zu sein. Als Symptom der Lust wurde gewöhnlich ein oberflächliches und beschleunigtes Atmen hervorgehoben, das man leichtes Atmen nannte. Unter der Einwirkung der Erregung vertiefte sich aber oft die Atmungskurve, bei Beruhigung dehnte sie sich etwas aus. Eine Vergleichung zwischen den Atmungssymptomen bei Einwirkungen von Mentha und Rosenöl kann uns diese Abweichungen sehr gut illustrieren. Viel eindeutiger als die Atmungssymptome gestalten sich die Veränderungen der Pulskurven. Die Pulse sind immer erhöht und verlängert, und es scheint, daß diese Verlängerung für das Lustgefühl besonders charakteristisch ist. Als Beispiele dafür können uns die oben angegebenen Versuche mit Dimitroff und Sirakoff dienen. In beiden Beispielen haben wir Lustgefühle, die von Mentha und Rosenöl hervorgerufen sind. Die beiden Beobachter geben uns dabei an, daß die Mentha erregend, Rosenöl beruhigend wirkt. Wir sollten also erwarten, daß in dem

Tabelle XIII.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	M. Dimitroff	Normalzustand.	a-b	27, 29, 27	27.67	20, 26, 21	22.33	7.27	7.27	5, 4.5, 5	4.83
		Mentha. . . .	b-c	22, 22, 23, 24	22.75	32, 34, 32, 26	31	7.35, 7.5, 7.5, 7.53	7.47	5.5, 5.8, 5.75, 5.5	5.63
		Normalzustand.	c-d	25.5, 26	25.75	29, 32.5	30.75	7.17	7.17	4.75	4.75
		Rosenöl . . .	d-e	30, 27, 25	27.67	12, 20, 16	16	7.62	7.62	5.5	5.5
		Normalzustand.	e-f	22, 27	24.5	23.5, 22	22.75	7.47, 7.3	7.38	5.4, 5	5.2
		Normalzustand.	f-g	29, 25	27	23, 25	24	7.2	7.2	5	5
2	Sirakoff	Normalzustand.	a-b	23, 23.5, 24	23.5	16, 13.5, 12	13.83	6.42	6.42	5	5
		Rosenöl . . .	b-c	26, 21, 22	23	9, 9, 9.5	9.17	6.5	6.5	5, 5, 6	5.33
		Mentha. . . .	c-d	11, 18	22	10, 12,5	11.25	6.86	6.86	6, 6	6
		Normalzustand.	d-e	25, 25, 23.5, 22	23.87	16.5, 18, 16, 14	16.13	6.33	6.33	6, 5.5, 5.5, 5.5	5.63

ersten Falle die Pulse mehr erhöht als verlängert, in dem zweiten mehr verlängert als erhöht ausfallen. Das geschieht aber nicht, sondern bei Dimitroff sind die Pulse bei der Rosenöleinwirkung mehr verlängert, bei Sirakoff im Gegenteil bei Mentha. Damit stimmen aber insofern die Aussagen der beiden Beobachter überein, als Dimitroff stärkere Lust bei der Rosenöleinwirkung angibt, während Sirakoff das bei Mentha tut. In diesem Sinne sind alle Versuche dieser Art ausgefallen. Wo die Beobachter stärkeres Lustgefühl angaben, waren die entsprechenden Pulse nicht nur mehr erhöht, sondern auch mehr verlängert. Die Verlängerung der Pulse scheint also bei diesen Versuchen ebenso symptomatisch für das Lustgefühl zu sein, wie die Erhöhung.

Die Versuche mit Toneinwirkungen haben uns zu ähnlichen Ergebnissen geführt. Bei diesen Versuchen waren wir in bezug auf die Zahl der Reize am schlechtesten gestellt. Wir hatten nur einige Stimmgabeln zur Verfügung. Der folgende Versuch kann uns als Beispiel dienen:

23/XI, $3^1/_2$—4 h. Beobachter St. Dimitroff; Normalzustand. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter etwas gespannt, wobei die innere Spannung durch Muskelempfindungen in den Ohren begleitet ist. Er bemüht sich, die Bewegung des Experimentators zu hören, was seine Spannung verstärkt. Der tiefere Ton c^1 scheint dem Beobachter stark und angenehm zu sein. Es entsteht eine Assoziation mit Glockenläuten, was das Lustgefühl verstärkt, das nach dem Aufhören des Tones noch dauert. Bei dem Anschlagen der zweiten Stimmgabel ist der Beobachter in Normalzustand gewesen. Der Ton c^2 scheint ihm viel schwächer, höher und weniger angenehm zu sein. Unter seiner Einwirkung fühlt der Beobachter mehr Erregung als Lust. Das sind zwei seelische Zustände, die er nicht näher bestimmen kann und auf keine Weise nur in seinem Ohre lokalisiert. Am Ende des Versuches geht er in Normalzustand über, ist aber nicht vollständig beruhigt.

Auch bei den Einwirkungen von Tönen konnten wir keinen reinen Lustzustand erhalten. Das Lustgefühl war auch hier oft mit Spannung und fast immer mit Erregung oder Beruhigung verbunden. Dieser zusammengesetzte Zustand wurde noch verwickelter durch den Einfluß, den die fast nie fehlenden Assoziationen auf ihn ausübten. Durch ihre Gefühlstöne verstärkten sie nicht nur das herrschende Lustgefühl, sondern auch die Erregung und Beruhigung, ja sie erweckten oft solche Zustände, wenn sie fehlten. Oft verwandelten sie auch die Gefühle in Stimmungen. Trotz dieser Schwierigkeiten, da

wir die Natur und die objektiven Symptome der Erregung, Spannung und der Beruhigung schon kennen gelernt hatten, konnten wir uns auch über die Lustgefühle bei den Tönen orientieren. Sie wurden auch hier als allgemeine psychische Zustände angegeben, ihre Nichtlokalisierbarkeit wurde sogar mehr betont als bei der Anwendung von Reizen aus den niederen Sinnen. Es wurde auch oft ihre Verwandtschaft mit der Erregung oder der Beruhigung hervorgehoben. Da die letzten Zustände bei den Tonversuchen fast nie fehlten, konnten sie ja mit den Lustgefühlen fortwährend verglichen werden. Die objektiven Symptome, die den oben angegebenen Aussagen entsprechen, sind in Tabelle XIV zusammengestellt. Obwohl sie uns nichts Neues zu den bisher gewonnenen Ergebnissen bringen, sind sie doch viel deutlicher und ausdrucksvoller ausgefallen und befinden sich in vollständigem Einklang mit den entsprechenden Selbstbeobachtungen. Besonders gilt das für die Atmung. Sie ist hier viel weniger willkürlichen Einwirkungen ausgesetzt, und darum gestalten sich ihre Veränderungen viel regelmäßiger als bei der Einwirkung von Reizen aus den niederen Sinnen. Das Lustgefühl ist auch hier von Beschleunigung und Hemmung der Atmung begleitet; wenn mit ihm aber starke Erregung verbunden ist, vertieft sich die Kurve, und ihre Beschleunigung nimmt zu, die Beruhigung dagegen ist von langsamerer und abgeflachter Atmung begleitet. Die Pulskurve zeigt die bekannten Veränderungen. Unter dem Einflusse des Lustgefühls werden die Pulse erhöht und verlängert. Das Vorhandensein des Erregungszustandes macht sich oft auch hier geltend, indem die Pulse mehr erhöht erscheinen als in Fällen, in denen keine Erregung vorkommt.

Die Versuche mit Farbeneinwirkungen zeigten sich von noch mehr verwickelter Natur. Es konnten zuerst Reize, die geeignet waren, einfache Lustgefühle hervorzurufen, nicht gefunden werden. Beim Betrachten farbiger Papiere konnten keine genügend starken Gefühlszustände erhalten werden — die Ausdruckskurven blieben fast unverändert. Darum versuchten wir es mit farbigen Gelatineblättern. Die Beobachter mußten durch sie auf die entgegengesetzte Wand oder durch das Fenster auf die Straße hinblicken. Dadurch wurden sehr starke Gefühlszustände erweckt, doch entstanden dabei fast immer sehr verwickelte Assoziationen, die den betreffenden Gefühlszustand oft verstärkten, manchmal aber vollständig modifizierten. Unter ihrer

Tabelle XIV.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	St. Dimitroff	Erwartung . .	a-b	21.5, 23, 19	21.17	32, 29, 18	26.33	7.05	7.05	5, 4.8, 4.8	4.87
		$c^1 = 261.7$ Schw.	b-c	22, 27	24.5	25, 27	26	7.43, 7.57	7.5	5.5, 6	5.75
			c-d	25, 27, 24	25.33	24, 22, 25.5	23.83	7.46, 7.37, 7.37	7.4	5.5, 5.5, 5	5.33
		Normalzustand.	d-e	27, 26	26.5	25, 25.5	25.25	7.14	7.14	5.5	5.5
		$c^2 = 523.3$ Schw.	e-f	22, 26.5	24.25	24, 21	22.5	7.3, 7.42	7.36	5.5, 6	5.75
			f-g	21, 27	24	27, 27.5	27.25	7.35, 7.23	7.29	5.2	5.2
		Normalzustand.	g-h	25, 25	25	28, 29	28.5	6.92	6.92	5	5

Einwirkung dauerte der Gefühlszustand viel länger als der Reiz selbst, und es war oft mehr die Rede von angenehmer Stimmung als von einfachem Lustgefühl. Wir haben mit allen Spektralfarben gearbeitet. Es zeigte sich aber bei ihrer Anwendung, daß die betreffenden Gefühlszustände auch von der Reihenfolge der Reize abhängig sind. Wir mußten also fortwährend die Reihe der Farben verändern und auf die entsprechenden Veränderungen in den Gefühlen achten. Die Bedingungen bei der Ausführung von Farbenversuchen sind also sehr verwickelt, und sie müssen besonders bei der Ausnützung der Ergebnisse in Betracht gezogen werden. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

18/XI, 2—2 $^1/_2$ h. Beobachter Kaneff. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter vollständig ruhig, bald fängt er aber an, auf den Reiz zu warten. Beim Sehen durch das rote Gelatineblatt wird er hauptsächlich erregt; die Lust, die er dabei erlebt, ist nicht besonders groß. Nach der Wegnahme des Blattes fühlt sich der Beobachter noch immer etwas erregt. Die blaue Farbe wirkt stärker auf seinen geistigen Zustand. Er fühlt ein starkes beruhigendes Lustgefühl, in dem alle seine Erlebnisse während der Reizphase eingetaucht zu sein scheinen. Diese Stimmung dauert auch nach der Abnahme des Reizes weiter fort, und erst am Ende des Versuches geht der Beobachter in Normalzustand über. Von begleitenden Assoziationen kann er nichts sagen.

18/XI, 9—10 h. Beobachter Stephanoff, heiter. Mit dem Beginne des Versuches entsteht in dem Beobachter eine schwache Spannung, da er die Bewegung des Experimentators bei der Vorbereitung des Versuches wahrnehmen will. Er wird darum sehr überrascht, als er das Gelatineblatt vor seinen Augen sieht, ohne ein Geräusch gehört zu haben. Die rote Farbe ist ihm sehr angenehm, sie wirkt aber zugleich stark erregend. Das Lustgefühl sowie die Erregung kann er weder näher bestimmen, noch irgendwo lokalisieren, er erlebt die beiden als Ausdruck des Zustandes seines Bewußtseins. Dabei entstehen große Assoziationen mit Sonnenuntergang, die seine Erregung sehr verstärken. Während der Reizphase ist auch seine Atmung leichter geworden. Nach der Wegnahme der Farbe geht der Beobachter in Normalzustand über, die Bewegung des Experimentators bringt ihn aber wieder in Spannung. Bei der Einwirkung mit der gelben Farbe atmet der Beobachter für einen Augenblick auf, wird aber gleich wieder gespannt. Die gelbe Farbe erregt ihn sehr, viel mehr als die rote. Es entsteht dabei in ihm ein Lustgefühl, das ziemlich stark ist und an die Gefühlsbetonung der roten Farbe sehr erinnert. Nach der Fortnahme des Reizes tritt eine allmähliche Beruhigung ein.

Also auch bei der Einwirkung von Farben sind wir zu denselben Resultaten gekommen. Das Lustgefühl wird als ein allgemeiner Zu-

stand bezeichnet, der weder lokalisierbar, noch näher bestimmbar ist. Seine Verwandtschaft mit den Erregungs- und Spannungszuständen wird besonders betont. Die objektiven Symptome, die den oben angegebenen Aussagen entsprechen, sind in Tabelle XV zusammengestellt. Der Einfluß von äußeren Störungen auf die Atmung ist auch hier, wie bei den Tönen, viel geringer als bei den Reizen aus den niederen Sinnesgebieten. Als Symptome des Lustgefühls sind auch hier beschleunigte und gehemmte Atmung, erhöhter und verlängerter Puls zu verzeichnen. Es kommen aber bei der Einwirkung von Farben sehr viele Fälle vor, in denen die Erregung so stark ist, daß sie als herrschender Zustand auftritt. In solchen Fällen vertieft und spitzt sich die Atmungskurve zu, die Pulse erhöhen sich noch mehr, und ihre Verlängerung tritt nicht deutlich hervor.

Wenn wir jetzt die Ergebnisse, die wir bei der Untersuchung des Lustgefühls bei Anwendung von Reizen aus allen Sinnesgebieten erhalten haben, überblicken, werden wir den folgenden Schluß ziehen können: Das Lustgefühl wird als ein allgemeiner, innerer, psychischer Zustand bezeichnet, der weder irgendwo in unserem Körper, noch außer ihm lokalisiert werden kann, noch weiter analysierbar ist. Es wird von dem betreffenden Reize nur erweckt, wird aber nicht auf ihn allein bezogen, sondern auf die Veränderung in dem Zustande des Bewußtseins, die der Eintritt dieses Reizes verursacht. Darum wird es auch als ein innerer, seelischer Zustand bezeichnet, der an unserm Ich haftet. Das Lustgefühl tritt aber auch als ein seelischer Vorgang hervor, der selten rein vorkommt. Es ist immer mit Spannung-Lösung oder Erregung-Beruhigungszuständen verbunden, welche psychische Zustände dieselben allgemeinen Merkmale besitzen. Es handelt sich also immer bei Versuchen über Lustgefühle um eine Verbindung verwandter psychischer Vorgänge, in denen die Lust nicht immer der herrschende ist. Das Lustgefühl ist endlich ein psychischer Vorgang, der von bestimmten Veränderungen der Ausdruckskurven begleitet ist, die als seine objektiven Symptome bestimmt werden können. Als solche treten besonders hervor: beschleunigte, oberflächliche Atmung und erhöhter, meistens auch verlängerter Puls.

Dieser Schluß und besonders die Bestimmung der objektiven Symptome wird von den Ergebnissen der meisten der früheren Untersuchungen bestätigt. So fand Mentz, indem er die Gefühlsbetonung

Tabelle XV.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Kaneff	Normalzustand.	a-b	17, 18.5, 20, 15.5	17.75	35, 26, 25, 33	29.75	7.1	7.1	7, 7, 7.2, 7.2	7.1
		Erwartung . .	b-c	14, 15, 14, 16	14.75	35.5, 41, 29, 29	33.83	7.25, 7.25, 7.37, 7.37	7.31	7	7
		rot.	c-d	16.5, 16, 15	15.83	26, 20, 25	23.67	7.29	7.29	7.2, 7.4, 7.4	7.33
			d-e	17.5, 21	19.25	29, 26	27.5	7	7	8, 7.5	7.75
		Normalzustand.	e-f	15, 16, 16, 17	16	25, 23.5, 25, 25.5	24.75	7.1, 7.1, 7.32, 7.32	7.21	7	7
		blau	f-g	16, 17, 19.5, 15	16.88	25.5, 24, 18, 19	21.63	7.67	7.67	7.8, 7.8, 7.5, 7.5	7.65
			g-h	15, 12, 16, 18	15.25	32, 15, 25, 17	22.25	7.37	7.37	8, 8, 7.5, 7.5	7.75
		Normalzustand.	h-i	14, 16, 16	15.33	22, 28.5, 23	26.5	7.25, 7.12, 7.05	7.14	7.2, 7.2, 7	7.13
2	Stephanoff	Normalzustand.	a-b	36, 28	32	15, 14	14.5	6.1	6.1	6, 5.5	5.75
		Überraschung .	b-c	17, 12	19.5	21, 12	16.5	5.6, 5.74	5.67	6, 5.5	5.75
		rot.	c-d	14, 18, 13.5	15.17	2.5, 3, 11	5.5	6.57	6.57	6.5, 6.5, 6.2	6.4
		Normalzustand.	d-e	17, 20.5, 23	20.17	7.5, 7, 8	7.5	6	6	6	6
		Erwartung . .	e-f	21.5, 19	20.17	8, 19	13.5	6	6	5.8, 6	5.9
		gelb	f-g	11, 16	13.5	7,4	5.5	6	6	6	6
			g-h	11, 13, 11	11.67	4, 5, 4.5	4.5	6.7	6.7	6.2, 6.5, 6.5	6.4
		Normalzustand.	h-i	18.5, 21, 25	21.5	11, 13, 14	12.67	6	6	5.5, 5.5, 6	5.75

der Töne untersuchte, als für die Lust charakteristisch erhöhte und verlängerte Pulse[1]). Lehmann berichtet uns, daß das Lustgefühl von höheren und verlängerten Pulsen begleitet ist, wohl aber auch von einer Vertiefung der Atmung[2]), und diese Ergebnisse werden auch durch Bergers Untersuchung bestätigt[3]). Zu denselben Ergebnissen kommt Brahn: »Höherer und längerer Puls ist das Symptom der Lust«[4]). Wenn man den Umstand in Betracht zieht, daß Zoneff und Meumann auf die Veränderung der Höhe der Pulse nicht geachtet haben, wird man sehen, daß ihre Resultate sich ebenfalls vollständig mit den unseren decken: »Alle Lustgefühle — berichten sie — bewirken eine Verflachung und Beschleunigung der Atmung nebst einer Pulsverlangsamung«[5]).

Trotz der großen Übereinstimmung in den Ergebnissen der zitierten Arbeiten ist die Symptomatik des Lustgefühls noch lange nicht so eindeutig festgestellt, wie man es vermuten sollte. Es finden sich einige unter den besten Arbeiten über die Gefühle, die zu abweichenden Ergebnissen kommen, ja sogar solche, die eine Symptomatik der Lust rundweg ablehnen. Gents Ergebnisse weichen dennoch von den unserigen nicht soviel ab. Als Symptom des Lustgefühls findet er eine Zunahme der Pulshöhen. »Über die Pulslängen läßt sich allgemeines nicht aussagen; bald sind sie in der Reizphase verlängert, bald verkürzt, immer aber scheint sich am Schlusse der Reizphase eine Pulsverkürzung herauszustellen[6]). Gent hat meistens mit Gerüchen gearbeitet, er gibt uns als Beispiele Versuche mit Mentha, Veilchen und Zitrone. Bei Anwendung solcher Reize entsteht aber Lustgefühl, das mit Erregung verbunden ist, und für die Erregung fanden wir als charakteristisches Merkmal eine Verkürzung des Pulses. Obwohl uns Gent die entsprechenden Selbstbeobachtungen nicht gibt, sind wir nach der Wiederholung seiner Versuche geneigt, die Abweichungen in seinen Resultaten durch das Vorhandensein der Erregung zu erklären. Dadurch wird wahrscheinlich auch die Ab-

[1]) Mentz, a. a. O., S. 371.
[2]) Lehmann, a. a. O. I, S. 136.
[3]) Berger, a. a. O., S. 141.
[4]) Brahn, a. a. O., S. 179.
[5]) Zoneff und Meumann, a. a. O., S. 52.
[6]) Gent, a. a. O., S. 755.

weichung in den Atmungssymptomen erklärt werden. Doch ist die Atmung gerade bei den Gerüchen am wenigsten für die Lust symptomatisch. Wenn uns Gent berichtet, daß die Atmung bei Geruchsreizen zur Vertiefung und Verflachung neigt mit gleichzeitiger Längeausdehnung, so kann es sich hier auch um willkürliches Einatmen des angenehmen Geruches handeln, den man längere Zeit in seiner Nase behalten will, was die Atmung verlangsamt. Anders gestalten sich die Ergebnisse bei Kelchner: »Bei Lust — berichtet sie — ist der Puls beschleunigt, wenn sie durch Geschmacksreize hervorgerufen wird, und verlangsamt, wenn Töne und Farben als Reize dienen«[1]. Die Atmung findet sie nicht so ausdrucksvoll. Es kommen sehr viele Abweichungen vor, die auf individuelle Differenzen hinweisen, doch ist sie in 78% der Fälle beschleunigt und in 76% der Fälle verflacht. Die Atmungssymptome stimmen also mit den von uns gefundenen vollkommen überein, auch die Pulssymptome bei der Einwirkung von Farben und Tönen. Bei Anwendung von Geschmacksreizen findet aber Kelchner eine Verkürzung des Pulses und sie schließt daraus, daß ein sehr merkwürdiges Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Reiz, dem Gefühle und seinem Ausdruck besteht. In unseren Versuchen stießen wir auch auf eine ähnliche Abweichung und gerade bei Anwendung von Geschmacksreizen. Wenn auch nicht in den meisten, doch in vielen Versuchen trat eine Pulsverkürzung statt einer Pulsverlängerung ein. Hauptsächlich kam diese Abweichung zum Vorschein bei dem Beobachter Stojanoff, der sich den Versuchsbedingungen nicht anpassen konnte. Ob diese Abweichungen von seiner Erregbarkeit herrührten oder von den nicht besonders günstigen Bedingungen für Reizapplizierung bei den Geschmacksversuchen, konnte nicht festgestellt werden, es ist aber sehr gewagt, aus einigen solchen Fällen auf eine Abhängigkeit der Pulssymptome von der Reizart zu schließen. Und wenn die Pulsverkürzung sich bei allen Geschmacksreizen als eine Regel zeigen sollte, dürfte man die Symptome der Lust, die bei Einwirkungen mit Reizen aus allen anderen Sinnesgebieten festgestellt wurden, nicht außer acht lassen. Es kann keine Rede von Abhängigkeit von der Art des Reizes sein, wenn solche wenigstens für die Reize aus den meisten

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 39.

Sinnesgebieten nicht gefunden wird. Alle Versuche mit Reizen aus allen anderen Sinnesgebieten ergeben aber übereinstimmend für die Lust verlängerte Pulse. Wir müssen also, um uns mit der Mehrheit der Tatsachen nicht in Widerspruch zu stellen, die Verlängerung des Pulses als Symptom der Lust annehmen und die Abweichung bei den Geschmacksversuchen durch begleitende Erlebnisse oder ungünstige Versuchsbedingungen zu erklären versuchen. Dafür sind uns aber entsprechende ausführlichere Selbstbeobachtungen nötig, die wir bei Kelchner leider nicht finden. Endlich glauben wir, daß Kelchner diesen Schluß nicht gewagt hätte, wenn sie auf die Veränderungen der Pulshöhen geachtet hätte. Wir sahen ja, daß gerade bei der Bestimmung der Erhöhung des Pulses als Symptom der Lust die größte Übereinstimmung herrscht, während bei der Länge hier und da Abweichungen vorkommen. Trotz der scheinbaren Abweichungen kann also auch die sehr wertvolle Arbeit von Kelchner in Einklang mit unseren Ergebnissen gebracht werden. Das können wir aber für Martius, Untersuchungen nicht sagen, in denen er die Symptomatik des Lustgefühls ganz ablehnt. Er hat mit angenehmen Geschmäcken und Gerüchen gearbeitet und gefunden, daß ihre Symptome einen regellosen Wechsel aufweisen[1]). Worin der Grund der Abweichung von Martius' Ergebnissen besteht, konnten wir uns nicht erklären. Martius scheint auf die entsprechenden Selbstbeobachtungen nicht viel Gewicht gelegt zu haben, er hat auch auf die Symptome der begleitenden subjektiven Zustände nicht geachtet, die besonders bei den Gerüchen sehr stark hervortreten. Es ist also wahrscheinlich, daß es sich in seinen Ergebnissen um Symptome zusammengesetzter Vorgänge handelt, in denen nicht immer derselbe subjektive Vorgang der herrschende ist. Das kann aber nur als eine Vermutung aufgestellt werden, da uns Selbstbeobachtungen bei Martius vollständig fehlen. Die Widersprüche zwischen den Ergebnissen der besten bisherigen Untersuchungen der Gefühle sind also nicht so groß und unerklärbar, daß wir die Symptomatik des Lustgefühls rundweg ablehnen müßten.

---

[1]) Martius, a. a. O., S. 500.

3. Unlust.

Unlustversuche haben wir ebenfalls mit Reizen aus allen Sinnesgebieten ausgeführt. Auch bei ihnen war den Beobachtern die Anweisung erteilt, sich der Reizeinwirkung ganz hinzugeben und nach dem Versuche alle ihre Ergebnisse zu erzählen.

Besonders gute Ergebnisse haben wir erhalten bei Anwendung von Schmerzreizen, um Unlustgefühle hervorzurufen. Der Schmerz wurde meistens am Ohre, oft aber auch am Halse oder am Finger verursacht. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

6/XI, $4^1/_2$—5 h. Beobachter Kaneff, etwas müde. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter sehr ruhig. Das Zusammendrücken seines Ohres verursacht zuerst Temperatur- und Tastempfindungen. Die letzten verstärken sich allmählich und gehen in Schmerzempfindungen über. Mit dem Schmerze ist ein Unlustgefühl verbunden. Der Beobachter unterscheidet es von dem Schmerze dadurch, daß der letzte genau lokalisiert ist, während das Unlustgefühl als ein allgemeiner sich auf das ganze Bewußtsein beziehender Zustand erlebt wird. Mit dem Nachlassen des Schmerzes nimmt auch die Unlust ab.

28/XI, 9—10 h. Beobachter Stephanoff, munter. Beim Beginne des Versuches ist der Beobachter in Gedanken versunken, er wartet nicht auf den Reiz. Bei dem Zusammendrücken seines Ohres nimmt er zuerst nur Tastempfindungen wahr, die sich allmählich verstärken und in Schmerz übergehen. Der Schmerz ist mit starkem Unlustgefühl verbunden, das sich über sein ganzes seelisches Leben in diesem Augenblicke ausdehnt. Da er als Ursache dieses Zustandes das Vorhandensein des Schmerzes, den er sehr deutlich lokalisiert, ansieht, konzentriert er seine Aufmerksamkeit auf die betreffende Stelle des Ohres. Damit wird der Beobachter auch in Spannung versetzt, die ziemlich stark ist, doch bleibt das Unlustgefühl der herrschende subjektive Vorgang. Da er durch Spannung das Unlustgefühl nicht schwächen kann, atmet er auf und ergibt sich vollständig der Einwirkung des Schmerzes. Alle Erlebnisse des Beobachters sind dann von dem Unlustgefühle beherrscht und eigentümlich gefärbt. Das Unlustgefühl ist der Ausdruck dieses Zustandes seines Bewußtseins. Nach dem Freilassen des Ohres dauern der Schmerz und das durch ihn verursachte Unlustgefühl fort, sie werden aber allmählich abgeschwächt, und der Beobachter, der während des Versuches auch etwas erregt war, fühlt sich etwas beruhigt.

Ähnlich fielen auch die Aussagen der anderen Beobachter aus. Das Unlustgefühl wurde als ein allgemeiner psychischer Vorgang, der sich auf den Zustand des Bewußtseins bezieht, bezeichnet und als solcher von den Schmerzempfindungen unterschieden. »Ich kann

ja immer genau bestimmen, wo ich einen Schmerz empfinde, ich beziehe ihn immer auf einen bestimmten Teil meines Körpers, die Unlust erlebe ich dagegen als mit meinem ganzen Bewußtsein verbunden, mit meinem Ich« — erklärte der Beobachter Pentscheff. Bei solchen Vergleichungen des Schmerzes mit der Unlust wurde besonders stark die Subjektivität, sowie die Unlokalisierbarkeit des Unlustgefühls hervorgehoben. Die objektiven Symptome, die den oben angegebenen Aussagen entsprechen, sind in Tabelle XVI zusammengestellt. Sie weisen uns auf bestimmte Veränderungen der Puls- und Atmungskurven hin, die immer mit dem Unlustgefühl parallel gehen, und die als ihre objektiven Symptome festgestellt werden müssen. Von diesen Veränderungen sind die Pulssymptome viel eindeutiger und ausdrucksvoller. Dem Unlustgefühle entsprechen überall verkürzte und erniedrigte Pulse. Die Atmungssymptome zeigen dagegen große Unregelmäßigkeiten und Unterschiede, die aus der Betrachtung nur der Atmung selbst nicht erklärt werden können. Die Selbstbeobachtungen der Beobachter sind uns aber auch in diesem Falle sehr wertvoll gewesen. So erzählte uns z. B. Stephanoff, daß er bei der Einwirkung des Schmerzes sich unwillkürlich spannte, um ihn dadurch abzuschwächen, und als ihm das nicht gelang, sich der Reizeinwirkung ganz ergeben habe. Ähnliche Aussagen erhielten wir von fast allen Beobachtern. Aus ihnen schlossen wir, daß bei dem Unlustgefühle die Beobachter sich auf zweierlei Weise gegen die Reizeinwirkung verhielten. Entweder sie ergaben sich ganz dem Schmerze und dem durch ihn hervorgerufenen Unlustgefühle, oder sie widerstrebten unwillkürlich dem Reize, was bei stark unlustbetonten Einwirkungen immer die Regel war. Dem entsprechend verhielt sich auch ihre Atmung. Sie ist entweder vertieft und verlangsamt oder gehemmt und oberflächlich. Bei Stephanoff (siehe Tabelle XVI), dessen Aussagen wir oben als Beispiel angeführt haben, kommen diese beiden Atmungsarten nacheinander zum Vorschein. So widerstrebt er zuerst dem Reize, und seine Atmung ist in dem ersten Teil der Reizphase oberflächlich und gehemmt, dann ergibt er sich aber vollkommen der Einwirkung des Schmerzes, und seine Atmung in dem zweiten Teile der Reizphase wird tiefer und langsamer. Die zweite Art des Atmens wurde von den Beobachtern gewöhnlich »schweres Atmen« genannt, und sie ist natürlich viel sym-

Tabelle XVI.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Kaneff	Normalzustand.	a-b	22.5, 18, 19.5	20	15, 18.5, 22	18.5	7.62	7.62	5.8	5.8
		kneifen. . . .	b-c	17, 14, 18, 16	16.25	18, 23, 16, 26.5	20.88	7.6, 7.55, 7.55, 7.5	7.55	5.5, 5, 4.8, 4.8	5.05
			c-d	18, 20, 16.5	18.63	28, 30, 21	26.33	7.28	7.28	5.5	5.5
		Normalzustand.	d-e	18, 17, 17	17.33	25, 19, 23	22.33	7.78	7.78	5.75	5.75
2	Stephanoff	Normalzustand.	a-b	35, 30.5	32.75	14.5, 14	14.25	6.25	6.25	4.5	4.5
		kneifen. . . .	b-c	16, 8.5	12.25	9, 17	13	6.2	6.2	4.5	4.5
			c-d	12, 19, 26	19	25, 22, 19.5	22.17	6	6	4.2, 4, 3.8	4
		Normalzustand.	d-e	27, 26	26.5	17, 24	20.5	6.11	6.11	4	4
			e-f	27, 34	30.5	16, 21	18.5	6.22	6.22	4.2, 4.5	4.35

ptomatischer für das Unlustgefühl, während die erste deutlich unter dem Einflusse der Spannung steht.

Die besten Ergebnisse bei der Untersuchung der Unlustgefühle bekamen wir bei Einwirkung von Geschmacksreizen. Die Unlustgefühle waren aber auch hier nicht ganz rein. Sie waren fast immer mit Erregung verbunden, die mit der Stärke des Reizes gewöhnlich zunahm und die Umwandlung der Unlustgefühle in Affekte erleichterte. Wir haben am meisten mit Chinin- und starker Zitronenlösung gearbeitet. Mittels eines kleinen Röhrchens wurde ein Teil der Lösung auf der betreffenden Stelle der Zunge appliziert. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

16/XI, 4—5 h. Beobachterin Bossilkowa, etwas erregt. Bei dem Beginne des Versuches ist die Beobachterin verhältnismäßig ruhig, nach dem Befehle aber, ihren Mund zu öffnen, fühlt sie sich etwas gespannt. Die Chininlösung bewirkt zuerst nur Temperatur- und Tastempfindungen, bald nimmt aber die Beobachterin den bitteren Geschmack wahr, der mit großer Unlust verbunden ist. Sie schluckt die Lösung unwillkürlich ein, und damit wird die Bitterkeit und das Unlustgefühl noch verstärkt. Das Unlustgefühl lokalisiert sich nicht nur in ihrem Munde. Es ist ein rein innerer Zustand, der allen ihren Erlebnissen während des Versuches eine eigenartige Färbung gibt. Das Unlustgefühl dauert bis zum Ende des Versuches. Es wird auch von Erregung begleitet.

20/XI, $4^1/_2$—5 h. Beobachter Bakaloff, Normalzustand. Beim Beginne des Versuches fängt der Beobachter an, auf den Reiz zu warten. Die Applikation der Chininlösung auf seiner Zunge ruft zuerst nur Temperatur- und Tastempfindungen hervor. Etwas später wird auch der bittere Geschmack empfunden, der starkes Unlustgefühl bewirkt. Dieses Gefühl bestimmt seine Erlebnisse in diesem Augenblicke. Der Beobachter bemüht sich unwillkürlich, die Unlust zu beseitigen, wird aber dadurch nur gespannt. In diesem gemischten Gefühlszustande befindet er sich bis zum Ende des Versuches.

Aus diesen und 28 ähnlichen Versuchen sind wir zu denselben Ergebnissen gekommen, die wir bei der Untersuchung der Gefühlsbetonung der Schmerzempfindungen gefunden haben. Alle Beobachter geben uns an, daß das Unlustgefühl von dem bitteren Geschmack hervorgerufen wird, sie behaupten aber weiter, daß es nicht nur mit ihm verbunden ist, sondern den Zustand des Bewußtseins ausdrückt, der durch das Eintreten des bitteren Geschmacks in das innere Blickfeld des Bewußtseins hervorgerufen worden ist. Bei den Geschmacksversuchen ist es uns leider unmöglich gewesen, die Dauer der Reizeinwirkung willkürlich zu bestimmen, der bittere Geschmack dauerte

gewöhnlich bis zum Ende des Versuches, und die Beobachter sprachen mehr von unangenehmer Stimmung als von einfachem Unlustgefühl. Die objektiven Symptome, die den oben angegebenen Beispielen entsprechen, sind in Tabelle XVII zusammengestellt. Am ausdrucksvollsten gestalten sich auch hier die Pulsveränderungen. Überall stoßen wir bei der Betrachtung der Pulskurven unter dem Einflusse des Unlustgefühls auf verkürzte und erniedrigte Pulse. Die Atmung ist dagegen sehr willkürlichen Veränderungen ausgesetzt, es kommt hier besonders der Umstand in Betracht, daß die Beobachter sich bemühen, die unangenehme Lösung nicht zu verschlucken, ja so wenig als möglich Bewegungen im Munde auszuführen, was ihre Atmungskurve sehr verunstaltet. Nach den Aussagen der Beobachter kommen auch hier die beiden Verhaltungsarten gegen die Reizeinwirkung vor, und sie prägen sich besonders deutlich in den Atmungskurven aus. Man widerstrebt unwillkürlich dem Reize, und die Atmung wird dadurch gehemmt, wie es in unserem zweiten Beispiele der Fall ist, oder man ergibt sich vollständig dem Unlustgefühle, und dann wird die Atmung vertieft, wie das erste von unseren Beispielen zeigt. Sehr unbestimmt war bei den Geruchsversuchen die Frequenz der Atmung, sie war manchmal verlangsamt, manchmal aber beschleunigt. Diese Unregelmäßigkeit schien uns hauptsächlich im Zusammenhang mit der fast nie fehlenden Erregung zu stehen, da die Beschleunigung der Atmung am größten in den Fällen war, in welchen die Erregung am stärksten angegeben wurde.

Als Geruchsreize haben wir Asa foetida, Valeriana und Tieröl angewandt. Bei diesen Versuchen kam besonders die Unabhängigkeit des Unlustgefühls von der Art des Reizes zum Ausdruck. So hatte z. B. für viele Beobachter die Valeriana einen sehr angenehmen Geruch, während sie andere, angenehm duftende Parfüme, wie z. B. Rosenöl als unangenehm empfanden. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

20/XI, $2\frac{1}{2}$—3 h. Beobachter Filkoff: etwas beunruhigt. Fig. 8. Der Beobachter hat eben einen sehr unangenehmen Brief erhalten und ist darum etwas verstimmt und beunruhigt. Er kann sich auch von dem Gefühl der Erwartung des Reizes nicht befreien. Die Applikation des Geruches spannt ihn noch etwas an. Der Valerianageruch erweckt in ihm ein starkes Unlustgefühl, das bald in Erregung übergeht. Diese beiden Zustände erlebt er als allgemeine psychische Zustände, die er

weder beschreiben, noch in elementare Vorgänge zerlegen kann. Das Unlustgefühl kann er mit demjenigen, das er unter der Einwirkung der Schmerzempfindung erlebt hat, nicht identifizieren.

30/XI, 4—4 $^{1}/_{2}$. Beobachterin Frl. Warbowa, ruhig. Die Beobachterin ist unterrichtet, daß die Applikation eines angenehmen Geruches bevorsteht, und sie richtet sich danach. Es wird auch bald auf sie mit Rosenöl eingewirkt. Die Beobachterin erkennt den Geruch, findet ihn aber gar nicht angenehm. Darum fühlt sie nach der Wegnahme des Geruches eine ziemlich große Erleichterung. Das Unlustgefühl, das sie in diesem Falle erlebt, ist ein unbestimmbarer, allgemeiner Zustand wie die Unlustgefühle, die sie bei der Applikation von Valeriana und Schmerz gefühlt hat, sie kann es aber mit ihnen nicht identifizieren.

Wir kommen also auch bei der Anwendung von Geruchsreizen zu denselben Ergebnissen. Das Unlustgefühl wird auch hier als ein eigentümlicher, allgemeiner, psychischer Zustand bezeichnet, der nie allein, sondern immer in Verbindung mit verwandten psychischen Vorgängen vorkommt. Als solche werden meistens Erregung und Spannung hervorgehoben. Die objektiven Symptome, die den oben angegebenen Beispielen entsprechen, sind in Tabelle XVIII zusammengestellt. Aus der Tabelle erfahren wir, daß auch bei den Geruchsreizen die Pulse während der Unlusteinwirkung verkürzt und erniedrigt ausfallen, und das erfolgt bei allen Arten von Reizen, sogar bei Rosenöl, wenn es als unangenehm erscheint. Dieser Umstand spricht einerseits gegen die Annahme, daß Lust oder Unlust mit irgend welchen Empfindungen feste Verbindungen eingehen, andererseits ist er eine Bestätigung dafür, daß die betreffenden Veränderungen der Pulskurve nicht von der Art der Reize, sondern von der Art der hervorgerufenen Gefühle abhängig sind. Eine scheinbare Abweichung bei der Feststellung der Unlustsymptome in den Pulskurven findet in dem oben angegebenen Versuche mit Filkoff statt, wenn wir nur die Mittelwerte für die Reizphase beachten. Es kommt in ihm keine Pulsverkürzung zum Ausdruck. Dieses Bild aber erscheint ganz verändert, wenn wir die Werte für die kleineren Fraktionen der Pulskurve betrachten, die den einzelnen Atmungen entsprechen. Es zeigt sich, daß in der Fraktion, die der zweiten Atmung der Reizphase entspricht, nicht nur eine Pulserniedrigung, sondern auch eine Pulsverkürzung vorkommt. Dieser Fall kann uns als ein Beispiel dafür dienen, wie gefährlich es ist, die Pulskurven in große Fraktionen zu zerteilen und nur aus den Mittelwerten dieser Fraktionen über die

Tabelle XVII.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Bossilkowa	Normalzustand.	a-b	27, 29.5	28.25	26, 22	24	5.85	5.85	3.5	3.5
		Erwartung	b-c	24, 26	25	23.5, 13,5	18.5	5.72	5.72	3.2, 3	3.1
		Chinin	c-d	16, 18, 20	18	25, 27.5, 26	26.17	5, 4.9, 4.88	4.96	2.8, 2, 2.8	2.53
			d-e	20, 21	20.5	24, 21	22.5	5.1, 5.16	5.13	3, 3.2	3.1
		Normalzustand.	e-f	23, 23.5	23.5	23, 19	21	5.54, 5.72	5.63	4, 3.5	3.75
2	Bakaloff	Normalzustand.	a-b	27, 21, 30	26	24. 22, 22	22.67	6.42	6.42	6	6
		Chinin	b-c	19, 16.5	17.75	16, 13	14.5	6.2	6.2	6	6
			c-d	18.5, 18, 19	18.5	18, 20, 19	19	5.4, 5.45, 5.5	5.45	5.5, 5.1, 5	5.2
			d-e	25, 24	24.5	18.5, 23	20.75	5.89	5.89	5.2, 5.5	5.35

Tabelle XVIII.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Filkoff	Normalzustand.	a-b	19, 20, 16	18.33	22, 20, 19	20.33	4.04	4.04	9	9
		Valeriana	b-c	25, 22.5, 19	22.17	20, 16, 26.5	20.83	4.07, 3.92, 4.37	4.12	8, 7.5, 8.2	7.9
		Normalzustand.	c-d	19.5, 19, 20.5	19.67	15, 20, 15	16.67	4.36	4.36	9.1, 9.4, 9.4	9.3
2	Warbowa	Normalzustand.	a-b	16, 17, 17.5, 12	15.63	17, 16, 15, 14	15.15	6.3	6.3	4	4
		Rosenöl	b-c	17, 25.5	21.25	19, 15	17	6	6	3.2, 2.5	2.85
		Normalzustand.	c-d	22, 19, 20	20.33	14, 16, 14	14.67	6.5	6.5	3.5, 4, 4	3.83

symptomatischen Veränderungen der Pulskurve zu urteilen. Es kommen bei solchen Ausrechnungen oft Ausgleichungen vor, und wir können auf diese Weise zu lückenhaften, ja widerspruchsvollen Ergebnissen kommen, deren Grund nicht in den entsprechenden psychischen Vorgängen, sondern in den Mängeln der angewandten Ausrechnungsmethode zu suchen ist. Sehr vorsichtig sollten die Atmungssymptome festgestellt werden. Die Atmung ist bei den Geruchseinwirkungen besonders der Gefahr einer willkürlichen Verunstaltung ausgesetzt. Bei stark unangenehmen Gerüchen fingen sehr viele Beobachter an, oberflächlich zu atmen, es kamen sogar Fälle vor, in denen das Atmen ganz aufhörte. Es mußten darum gerade bei diesen Versuchen die Beobachter fortwährend gemahnt werden, dem Reize nicht zu widerstehen, sondern sich seinem Einflusse ganz zu ergeben. Das gelang uns bei der Anwendung von Reizen, die nicht so intensiv waren, was uns die Beispiele in Tabelle XVIII zeigen. Da sind die Atmungssymptome ganz eindeutig ausgefallen, unter der Einwirkung des Unlustgefühles wird die Atmung immer vertieft und verlangsamt. Es kamen aber oft auch expiratorische oder inspiratorische Niveauveränderungen vor, die sicher mit dem nie ganz zu beseitigenden Widerstreben gegen Unlustreize in Zusammenhang stehen. Der Einfluß der begleitenden subjektiven Zustände zeigte sich auch hier vor allem in der Verstärkung der gemeinsamen Symptome. So war, wo Unlust mit Erregung verbunden vorkam, der Puls sehr verkürzt, unter dem Einflusse der Spannung dehnte sich die Atmungskurve viel mehr aus usw.

Nicht so glücklich waren wir bei den Versuchen, in denen Unlust durch Töne und Farben hervorgerufen werden sollte. Wir hatten in unserem Institut zu wenig Mittel dazu. Dabei entstanden mehr Stimmungs- als Unlustzustände, die Beobachter sprachen viel mehr von Depressionen, als von einfachen Unlustgefühlen. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

23/XI, 4—4 $^{1}/_{2}$ h. Beobachterin Warbowa, ruhig. Beim Beginne des Versuches wird die Beobachterin etwas beunruhigt; denn der Versuch weckt großes Interesse in ihr. Der erklingende Ton c^{1} ist ihr nicht angenehm. Sie fühlt sich unter seinem Eindrucke traurig und gedrückt. Der Ton erinnert sie an Begräbnisläuten, und dadurch wird ihre Traurigkeit noch verstärkt. Diese Stimmung erlebt die Beobachterin als einen allgemeinen psychischen Vorgang, der der Ausdruck für ihren eigen-

tümlichen inneren Zustand in diesem Augenblicke ist. Er kann auf keinen Fall in ihrem Ohre lokalisiert werden, sondern ist mit ihrem innersten Wesen verbunden. Die traurige Stimmung dauert noch lange fort nach dem Aufhören des Tones.

17/XI, 2—2 ½ h. Beobachter Tritschkoff. Bei dem Beginne des Versuches ist der Beobachter in großer Spannung. Der Versuch interessiert ihn. Das gelbe Gelatineblatt weckt in ihm starkes, erheiterndes Lustgefühl. Es entstehen dabei auch Assoziationen mit Sommersonnenuntergang, welche das Lustgefühl verstärken und sogar in eine angenehme Stimmung verwandeln. In dieser Stimmung bleibt der Beobachter auch nach der Wegnahme des Reizes. Der neue Reiz, die violette Farbe, überrascht ihn. Er fühlt sich unter ihrer Wirkung gedrückt, gebrochen und erlebt gerade den entgegengesetzten Gefühlszustand als bei der gelben Farbe. Der Beobachter fühlt sich während dieser Reizphase auch etwas gespannt. Am Ende des Versuches fühlt er sich noch traurig und deprimiert.

Die objektiven Symptome, die diesen Aussagen entsprechen, sind in Tabelle XIX zusammengestellt. Sie stimmen mit den bisher gefundenen ziemlich überein. So ist überall, wo Unlustgefühl oder unangenehme Stimmung angegeben wird, der Puls verkürzt, und wenn die Erregung nicht herrscht, auch erniedrigt. Nicht so ausdrucksvoll sind die Atmungsänderungen. In allen Fällen, in denen Spannung als begleitender Zustand angegeben wird, ist die Atmung oberflächlich, in allen anderen Fällen bleibt sie fast unverändert. Wahrscheinlich hängt diese Unveränderlichkeit der Atmung mit der Schwäche der erweckten Gefühle zusammen. Fast bei allen Versuchen mit Ton- oder Farbeneinwirkung stießen wir auf Assoziationen, die das Unlustgefühl verstärkten, oft ganz veränderten, ja Ursache für die Entstehung zusammengesetzterer psychischer Zustände waren.

Die Versuche über Unlustgefühle, die durch Reize aus allen Sinnesgebieten hervorgerufen waren, haben sehr übereinstimmende Resultate ergeben. In allen diesen Versuchen wird das Unlustgefühl als ein allgemeiner, rein innerer Zustand hervorgehoben, der von dem betreffenden Reize erweckt, aber nicht nur auf ihn, sondern auf das ganze Bewußtsein bezogen wird. Es ist von bestimmten eindeutigen Veränderungen in den Puls- und Atmungskurven begleitet, deren Vorkommen uns immer seine Existenz bestätigen, und die darum als objektive Symptome des Unlustgefühls angenommen werden können. Als solche sind besonders hervorzuheben: verkürzter und erniedrigter Puls und tiefe, meistens verlangsamte Atmung.

Tabelle XIX.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Warbowa	Normalzustand.	a-b	27, 17, 20.5	21.50	13.5, 16.5, 12	14	6.3	6.3	5	5
		c^1	b-c	20, 20.5, 19	19.83	15. 15, 15	15	6, 5.87, 5.98	5.95	5, 4, 4.8	4.6
		Normalzustand.	c-d	20, 21, 20.5, 20	20.37	10, 12, 11, 13	11.25	6	6	5.2, 5.2, 5, 5	5.1
2	Tritschkoff	Normalzustand.	a-b	25, 25, 19	23	7, 4, 11	7.33	6, 6.15, 6.12	6.09	9, 9, 9.2	9.07
		gelb	b-c	24, 25, 24	24.33	4.5, 3.5, 4.5	4.17	6.31	6.31	10.2, 10.5, 10	10.23
		Normalzustand.	c-d	20.5, 22, 20	20.83	6, 8, 9	7.67	6.32, 6.26, 6.17	6.25	10	10
			d-e	20, 23, 21.5, 22	22.17	12, 13, 13.5, 9.5	12	6	6	9, 9.5, 9.5, 9	9.25
		violett	e-f	18, 18, 17, 20	18.25	5, 10.5, 12, 10	9.37	5.77	5.77	8.1, 8.1, 8, 8	8.05
		Normalzustand.	f-g	18, 21, 22	20.33	10.5, 12, 12	11.5	6	6	8.2, 8.4, 8.5	8.37

Die Ergebnisse bei der Bestimmung der objektiven Symptome des Unlustgefühls sind in unseren Versuchen viel eindeutiger ausgefallen, als bei der Untersuchung des Lustgefühls der Fall war. Es kamen fast keine Abweichungen vor, deren Ursachen nicht leicht hätten festgestellt werden können. Diese Übereinstimmung in unseren Ergebnissen wird von den übereinstimmenden Resultaten der früheren Untersuchungen bestätigt. Auch unter ihnen herrscht eine viel größere Übereinstimmung, als das bei der Untersuchung des Lustgefühls der Fall ist. So findet Lehmann, daß die sehr unangenehmen Empfindungen eine Hemmung der Atmung verursachen, die von einigen tiefen Atmungen begleitet ist, und eine Abnahme der Pulshöhen[1]). Berger, der Lehmanns Versuche wiederholt und seine Ergebnisse bestätigt, findet als Symptom des Unlustgefühls auch eine Erniedrigung der Gehirnpulse[2]). Zoneff und Meumann heben als Symptome der Unlust eine Vertiefung und Verlangsamung der Atmung und eine Pulsbeschleunigung hervor. Auf die Veränderungen der Pulshöhen haben diese beiden Psychologen nicht geachtet[3]). Brahn, der nur den Einfluß der Gefühle auf die Pulse untersucht, stellt als Symptom der Unlust niedrigeren und kürzeren Puls fest[4]). Besonders vorsichtig arbeitet auch hier Gent, indem er den Umstand betont, daß reine Unlustgefühle nie selbständig vorkommen, sondern immer in Verbindung mit Spannung und oft mit Erregung. Er findet, daß unter der Einwirkung dieser zusammengesetzten Zustände die Gestaltung der Atmungskurve von der Reizart, welche angewandt wurde, abhängig ist. Bei Geschmacks- und Geruchseinwirkungen findet er immer entweder einen ex- oder inspiratorischen Stillstand der Respiration, oder beide zusammen, deren Dauer verschieden sein kann; Hauptreize bewirken leicht ein Tiefwerdcn der Atmung. Die Pulshöhen werden enorm reduziert. »Die Pulslänge der Reizphase der Pulse unmittelbar nach der eingetretenen Wirkung des Geschmacksreizes oder Geruchseindrucks, ist stets verkürzt«[5]). Die Abhängigkeit der Atmungsveränderungen von der Reizart, die Gent hier her-

---

[1]) Lehmann, a. a. O. I, S. 116.
[2]) Berger, a. O., S. 123.
[3]) Zoneff und Meumann, a. a. O., S. 57
[4]) Brahn, a. a. O., S. 179.
[5]) Gent, a. a. O., S. 755 ff.

vorhebt, wird sich wahrscheinlich auf die zwei Verhaltungsweisen der Beobachter gegen unlustbetonte Reizeinwirkungen zurückführen lassen. Kelchner, die wie Zoneff und Meumann auf die Veränderungen der Höhen der Pulse nicht achtet, kommt zu einem ähnlichen Schlusse: »Der Puls — berichtet sie — ist in der Mehrzahl der Fälle beschleunigt. Die Fälle, in denen der Puls verlangsamt wurde oder unverändert blieb, sind nicht bestimmten Reizen zugeordnet. Bei der Atmung ergibt sich aus den Tabellen keine Übereinstimmung«. Auch hier treten individuelle Differenzen zutage[1]. Kelchner betont also hier ausdrücklich, daß bei dem Unlustgefühle von einer Abhängigkeit der Pulssymptome von der Reizart nicht die Rede sein kann. Dadurch wird aber ihr Schluß auf die Existenz einer solchen bei den lustbetonten Geschmacksempfindungen noch problematischer gemacht. Eine Übereinstimmung in den Atmungsveränderungen könnte wahrscheinlich auch hier erzielt werden, wenn die oben schon mehrmals hervorgehobenen Verhaltungsweisen der Beobachter gegenüber unlustbetonten Reizen beachtet würden. Diese Verhaltungsweisen werden von Martius bei der Untersuchung der schmerzhaften Einwirkung erwähnt, für die Feststellung der Symptomatik der Gefühle aber nicht ausgenützt[2]. Er hält eine solche für unmöglich. Doch sind Martius' Ergebnisse nicht so entmutigend wie die Schlüsse, die er aus ihnen zieht. So findet er, daß der starke Schmerz von Atem- und Pulsbeschleunigung mit Abnahme oder Stehenbleiben der Pulshöhen verbunden ist (493). Ähnliches ist ihm bei den unlustbetonten Geschmacksreizen zugestoßen: »Bei unangenehmem Geschmack — berichtet Martius — haben wir in der Reihe der Pulslängen und Pulshöhen allerdings stets das gleiche Vorzeichen; es ist hier eine Pulsverkürzung und Höhenabnahme eingetreten« (500).

Wir sehen nach alledem, daß es mit der Symptomatik der Lust- und Unlustgefühle nicht so schlimm steht, wie manche Psychologen annehmen. Es sind noch viele Widersprüche in den Ergebnissen verschiedener Untersuchungen, die aufgeklärt werden müssen. Es werden ja einige Abweichungen anders erklärt werden können, als wir es hier versuchten, es steht aber für uns trotzdem fest, daß auch

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 44.
[2]) Martius, a. a. O., S. 493.

die Lust- und Unlustgefühle, wie die Spannung-Lösung, Erregungs- und Beruhigungszustände, von bestimmten Veränderungen in den Atmungs- und Pulskurven begleitet sind, die gerade für diese psychischen Zustände symptomatisch sind. Eine Abhängigkeit dieser Veränderungen von der Art der Reize kann nicht bewiesen werden, ja es kommt oft gerade die Unabhängigkeit dieser Veränderungen von den betreffenden Reizen in den Ergebnissen zum Ausdruck. Wenn z. B. die Puls- und Atmungsveränderungen bei Rose- und Valerianageruch auf dieselbe Weise erfolgen, wenn die beiden Reize als von Unlust begleitet angegeben werden und bei zwei Rosenöleinwirkungen verschieden ausfallen, weil man bei der einen Lust- und bei der anderen Unlustgefühl als begleitenden subjektiven Zustand angibt, so ist das ein schwerwiegendes Beispiel dafür, daß die Ausdruckssymptome nicht mit der Art der Reize, sondern mit den von ihnen hervorgerufenen Gefühlen im Zusammenhang stehen. Wenn wir aber an der Symptomatik der Lust- und Unlustgefühle festhalten, müssen wir gleich zugeben, daß die Atmungs- und Pulssymptome nicht gleichwertig sind. Wir sind vollständig mit Kelchner einverstanden, daß die Atmungssymptome von einem ganz anderen Standpunkt aus betrachtet werden müssen, als die Pulssymptome[1]. Die Abhängigkeit der Atmung von unserem Willen macht sich hier besonders geltend, und ihr Einfluß zeigt sich vornehmlich bei dem Unlustgefühle. Am meisten Widersprüche in den Atmungsveränderungen, was auch von Kelchner hervorgehoben wird, treten bei dem Unlustgefühl ein. Diese Widersprüche, wie unsere Versuche zeigten, können sich auf die Verhaltungsweisen der Beobachter gegen die Reizeinwirkung zurückführen. Zieht man das in Betracht, so wird sich bald zeigen, daß auch die Atmungsveränderungen für die Symptomatik der Lust- und Unlustgefühle verwendbar seien, doch da sie auch verschiedenen Verunstaltungen ausgesetzt sind, müssen sie besonders vorsichtig ausgenützt werden.

4. Lust und Unlust.

Bei der Untersuchung der Spannung-Lösung und Erregung-Beruhigung hat es sich gezeigt, daß es bei diesen psychischen Vor-

---

[1]) Kelchner, a. a. O., S. 67.

gängen sich um gegensätzliche Erlebnisse handelt, die sich nicht lokalisieren lassen, sondern den Zustand des Bewußtseins in dem Momente der Reizeinwirkung ausdrücken, weswegen das Vorhandensein des einen Zustandes das Vorhandensein des anderen in unserem Bewußtsein in demselben Momente nicht zuläßt. So kam Lösung immer nach der Spannung vor, und die Beruhigung wurde oft als ein negativer Zustand im Verhältnis zu der Erregung bezeichnet, also ein Zustand, bei dem alles in unserem Bewußtsein fehlt, was den Erregungszustand kennzeichnet. Die entsprechenden objektiven Symptome bestätigen diese Gegensätzlichkeit der erwähnten psychischen Vorgänge. Während die Spannung z. B. von gehemmter Atmung und verlängerten Pulsen begleitet ist, sind für die Lösung verkürzte Pulse und tiefe Atmung charakteristisch. Während der Erregung erhöhte, verkürzte Pulse und beschleunigte, vertiefte Atmung entspricht, wird die Beruhigung von verlängerten, erniedrigten Pulsen und verlangsamter und oberflächlicher Atmung begleitet. Wie steht es aber nun mit dem Verhältnis zwischen Lust und Unlust? Sie werden auch als gegensätzliche Zustände bezeichnet, und diese Bezeichnung wird durch ihre objektiven Symptome bestätigt — die Lust ist ja von erhöhten, verlängerten Pulsen und oberflächlicher, beschleunigter Atmung begleitet, während der Unlust erniedrigte, verkürzte Pulse und tiefe, verlangsamte Atmung entsprechen. Ist aber dieser Gegensatz so groß, daß, wie bei der Spannung-Lösung, Erregung-Beruhigung, das Vorhandensein des einen der gegensätzlichen Zustände in unserem Bewußtsein das Vorhandensein des anderen ausschließt, oder können sie in demselben Momente nebeneinander in unserem Bewußtsein existieren? Die letzte Möglichkeit wird von vielen Psychologen verteidigt. »Außerdem ist zu beachten — behauptet Ebbinghaus bei der Bestimmung der Gefühle — daß es zu einer vollständigen, wechselseitigen Aufhebung gegensätzlicher Gefühle durchaus nicht zu kommen braucht, ja vielleicht in der Regel nicht kommt. Wie wir gleichzeitig an den Füßen kalt und an den Händen warm empfinden können, so können wir auch die Lust einer wohlschmeckenden Speise und die Unlust heftiger Kopfschmerzen nebeneinander erleben.«[1]) Wird aus der Untersuchung des gegen-

[1]) Ebbinghaus, a. a. O., S. 564.

seitigen Verhältnisses der Lust- und Unlustgefühle diese Behauptung bestätigt, so wird dadurch auch die Lokalisierbarkeit der Gefühle möglich gemacht, was mit den gegensätzlichen Empfindungen, die Ebbinghaus erwähnt, der Fall ist. Dadurch wird aber die Theorie von der Subjektivität der Gefühle stark erschüttert.

Bei der Untersuchung des gleichzeitigen Nebeneinanders von Lust- und Unlustgefühlen haben wir nun gleichzeitig mit Reizen aus zwei Sinnesgebieten gearbeitet — Geschmäcken und Gerüchen, Tönen und Farben. Von ihnen fielen die ersten aber viel ausdrucksvoller aus. Bei ihnen konnten wir viel stärkere Gefühle erhalten, die auch etwas länger dauerten. Gewöhnlich applizierten wir Chininlösung auf der Zunge des Beobachters und hielten während des ganzen Versuches das Rosenölfläschchen unter seine Nase, oder wir applizierten Himbeersaft auf der Zunge des Beobachters und wirkten gleichzeitig mit Valerianageruch ein. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

30/XI, 2—2 1/2 h. Beobachter Petkoff, schwache Kopfschmerzen. Bei dem Beginne des Versuches fühlt sich der Beobachter vollkommen ruhig, bald fängt er aber an, den Reiz zu erwarten. Die Applikation der Chininlösung auf seiner Zunge bewirkt eine Verstärkung der Spannung und ruft auch Erregung hervor. Anfangs nimmt der Beobachter nur eine lauwarme Flüssigkeit in seinem Munde wahr, bald empfindet er aber auch den bitteren Geschmack, der ein starkes Unlustgefühl in ihm hervorruft. Der Rosenölgeruch nötigt ihn aber nach einigen Augenblicken, seine Aufmerksamkeit auf ihn zu konzentrieren. Das bewirkt in dem Beobachter erst Spannung, dann Lustgefühl, das für einen Augenblick das Unlustgefühl ganz beseitigt. Bald aber läßt die Spannung nach, der Beobachter empfindet wieder den bitteren Geschmack, und die Lust wird von einem viel stärkeren und länger dauernden Unlustgefühl beseitigt. Bis zum Ende des Versuches dauert dieser Wechsel zwischen Lust und Unlust fort, gleichzeitig werden diese Zustände aber nicht erlebt.

2/XII, 11—12 h. Beobachter Pentscheff, ruhig. Fig. 9. Mit dem Beginne des Versuches entsteht in dem Beobachter eine schwache Erwartung. Sie wird verstärkt in dem Momente der Applikation der Chininlösung. Zuerst nimmt der Beobachter nur eine lauwarme Flüssigkeit in seinem Munde wahr, bald empfindet er aber eine starke Bitterkeit, die starkes Unlustgefühl hervorruft. Anfangs bemüht sich der Beobachter, die Bitterkeit zu beseitigen; als ihm das nicht gelingt, verschluckt er die Flüssigkeit, wodurch die Bitterkeit und das Unlustgefühl vertärkt werden. In diesem Momente nimmt aber der Beobachter auch den Rosenölgeruch wahr. Für einen Augenblick vergißt er das Unlustgefühl, der Geruch beruhigt und bewirkt zugleich starkes Lustgefühl in ihm. Bald scheint

es aber dem Beobachter, als ob das Rosenöl von seiner Nase entfernt worden wäre, da er wieder den Chiningeschmack und das durch ihn hervorgerufene Unlustgefühl wahrnimmt. Lust und Unlust wechseln auf diese Weise bis zum Ende des Versuches, sie werden aber immer nacheinander, nicht nebeneinander erlebt. Während das Lustgefühl in dem Bewußtsein des Beobachters herrscht, ist das Unlustgefühl ganz verschwunden und umgekehrt.

Aus diesen und 27 ähnlichen Versuchen kamen wir zu dem Schlusse, daß Lust und Unlust nicht gleichzeitig in unserem Bewußtsein existieren können, sie können nicht nebeneinander, sondern immer nur nacheinander von uns erlebt werden. Darum werden die Gefühle, wenn auf unser Bewußtsein gleichzeitig mit lust- und unlustbetonten Reizen eingewirkt wird, nacheinander erlebt. Es entsteht ein Hin- und Herschwanken zwischen den beiden Gefühlsvorgängen, das sich auch in der Apperzipierung der betreffenden Reize äußert. Unlust- und lustbetonte Reize können nicht gleichzeitig apperzipiert werden. Es steht immer im Blickpunkte unseres Bewußtseins jener Reiz, der mit dem in dem Momente herrschenden Gefühle verbunden ist, um bald hinter dem anderen Reize ganz zu verschwinden, wenn das andere Gefühl zur Herrschaft kommt. Diese Ergebnisse der Selbstbeobachtung werden von den objektiven Symptomen bestätigt, — die den oben angegebenen Aussagen entsprechenden sind in Tabelle XX zusammengestellt. Es wechseln in den Pulskurven, genau den Selbstbeobachtungen entsprechend, verkürzte und erniedrigte mit erhöhten und verlängerten Pulsen. Die Atmungskurve ist auch hier weniger ausdrucksvoll. Sie scheint am meisten unter dem Einflusse der begleitenden Spannung zu stehen, die Atmungen erscheinen während der ganzen Reizphase verkürzt. Doch scheinen auch in ihr mehr beschleunigte und gehemmte Atmungen von vertieften und verlangsamten gefolgt zu werden. Eine simultane Verbindung von Lust und Unlust nach diesen Versuchen kommt also nie zustande. Diese gegensätzlichen Gefühle können nur in einer zeitlichen Aufeinanderfolge verbunden werden. Man findet solche Verbindungen darum hauptsächlich unter den Stimmungen und den Affekten.

IX. Die Gefühlsrichtungen.

Die Untersuchungen der Hauptbestandteile des Tätigkeitszustandes sowie der Lust- und Unlustgefühle hat uns zu dem Ergebnis geführt,

Tabelle XX.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Petkoff	Normalzustand.	a-b	27, 22, 20	23	18, 16.5, 21.5	15.73	6.95	6.95	8	8
			b-c	—	—	—	—	6.81	6.81	7.4	7.4
			c-d	21.5	21.5	13	13	7	7	9	9
			d-e	21	21	13	13	6.67	6.67	7.5	7.5
		Chinin . . .	e-f	18	18	8	8	7	7	8	8
		Rosenöl . . .	f-g	23.21	22	18, 18.5	18.25	7.67	7.67	8.5	8.5
			g-h	28, 22	25	17, 21.5	19.25	6.88, 6.83	6.86	7, 7.5	7.25
			h-i	21	21	16	16	7	7	8	8
			i-k	27.5, 32	29.75	15, 14	14.5	6.56	6.56	7.5	7.5
		Normalzustand.	k-l	19, 20	19.5	16, 14	15	7.2	7.2	8.5, 8.2	8.35
			l-m	20	20	20	20	7.2	7.2	8	8
2	Pentscheff	Normalzustand.	a-b	20, 17, 20, 18.5	18.89	27.5, 19, 19, 17	20.63	7.1	7.1	7.5	7.5
		Erwartung . .	b-c	19, 15.5	17.25	14.5, 17	15.75	7.2	7.2	7.5	7.5
			c-d	57.5	57.5	20	20	6.64	6.64	7	7
			d-e	62	62	36.5	36.5	6.1	6.1	6.5	6.5
		Chinin . . .	e-f	18, 23, 13	18	19.5, 18, 22	19.83	7.37	7.37	8, 8.4, 8.5	8.3
		Rosenöl . . .	f-g	25, 13	19	27, 15	21	6.83	6.83	7.8, 7	7.4
			g-h	12, 13.5, 14, 13	13.17	15, 17, 19, 17	17	7	7	7.5, 8, 8, 7.8	7.5
			h-i	15, 14.5	14.15	18, 18.5	18.25	7	7	7.5, 7.5	7.5

daß Spannung-Lösung, Erregung-Beruhigung und Lust-Unlust verwandte psychische Vorgänge sind. Wir können die Spannung oder die Erregung ebensowenig lokalisieren oder objektivieren, wie die Lust- oder die Unlust. Alle diese Zustände sind unabhängig von bestimmten Sinnesorganen oder Reizarten, weisen dagegen auf eine Abhängigkeit von dem Zustande des Bewußtseins hin. Einer näheren Bestimmung konnten alle diese sechs Arten von psychischen Vorgängen nicht unterzogen werden. Sie wurden als undefinierbar und unzerlegbar angegeben, sie wurden also als elementare psychische Vorgänge bezeichnet. Soll man demnach zu den Gefühlen außer Lust und Unlust auch die Spannung-Lösung und Erregung-Beruhigung zählen?

Die Beantwortung dieser Frage hängt davon ab, welche psychischen Vorgänge man als Gefühle bezeichnet. Und hier stehen wir, wie wir schon in der Einleitung dieser Arbeit angedeutet haben, zwei Theorien gegenüber: der Lust-Unlust und der subjektiven Gefühlstheorie. Nach der ersten werden als Gefühle ein engerer Kreis von geistigen Vorgängen bezeichnet, nämlich nur die Lust- und die Unlusterlebnisse, nach der zweiten zählt man zu ihnen auch alle diejenigen Vorgänge, die dieselben allgemeinen Eigenschaften aufweisen wie die Lust- und Unlustzustände. Nimmt man nur die erste Bestimmung der Gefühle als richtig, so muß man neben den Gefühlen und den Empfindungen eine neue Klasse von elementaren psychischen Vorgängen schaffen, da die Spannung-Lösung und die Erregungs-Beruhigungszustände auch in Empfindungen nicht aufgelöst werden können. Und sie sind mehr mit den Gefühlen verwandt, als mit den Empfindungen. Wir sehen nicht ein, warum man, um eine alte Theorie zu retten, neue Klassen von elementaren psychischen Vorgängen schafft, wie es z. B. Orth macht, und nicht den Gefühlsbegriff etwas erweitert. Es sind ja keine prinzipiellen Unterschiede zwischen Lust und Unlust einerseits und Spannung-Lösung und Erregung-Beruhigung andererseits. Ihre allgemeinen Eigenschaften, sowie ihr Verhältnis zu den Empfindungen von einer Seite und dem Zustande des Bewußtseins von der anderen, ist ein und dasselbe. Es scheint uns darum, daß die Theorien, die die alte Lust-Unlusttheorie verlassen und, indem sie den Gefühlsbegriff erweitern, auch die Spannung, Lösung, die Erregung und die Beruhigung als Gefühle annehmen, mehr den Tatsachen entsprechen.

Unsere Untersuchung hat uns also zu der Annahme von sechs Formen der Gefühle geführt, die zu je zwei in drei gegensätzlichen Paaren verbunden werden können: Lust-Unlust, Spannung-Lösung, Erregung-Beruhigung. Sind aber diese Grundformen einfache Qualitäten, so daß überall, wo Lust, Spannung, Erregung usw. vorkommt, dieselbe Qualität besteht, oder sind sie Kollektivbegriffe, bezeichnen sie also nicht einfache Gefühlsqualitäten, sondern Gefühlsrichtungen? Bis hierher haben wir die Besprechung dieser Frage absichtlich gemieden. In den Selbstbeobachtungen der Beobachter stießen wir ja fortwährend auf Angaben von nach ihrer Qualität verschiedenen Gefühlen, wir konnten aber für sie keine Stütze in den entsprechenden objektiven Symptomen finden. Um uns diese Frage klar zu machen, mußten wir darum spezielle Versuche anstellen, in denen Reihen von durch verschiedene Reize hervorgerufenen Lust-, Unlust-, Erregungs-, Beruhigungs- usw. Zustände miteinander verglichen werden mußten. Die folgenden Versuche können uns als Beispiele dienen:

2/XII, 4—4½ h. Beobachter Kaitasoff, ruhig. Bei dem Beginne des Versuches fühlt sich der Beobachter vollständig ruhig. Das Rosenöl bewirkt in ihm Geruchsempfindungen, die mit Lust verbunden sind. Nach kurzem Normalzustand, der nach der Entfernung des Reizes folgt, empfindet der Beobachter leise Streichung auf der Stirne, wodurch wieder Lust in ihm erweckt wird. Sie hat aber einen ganz anderen Charakter als die bei dem Rosenölgeruch. Der Beobachter fühlt sich dabei so angenehm gestimmt, daß die Abnahme des Reizes mit etwas Unlust verbunden wird. Die Applizierung von Himbeersaft auf seiner Zunge weckt in dem Beobachter ein neues Lustgefühl. Es hat etwas Eigentümliches in sich, was es von den beiden vorangehenden Lustgefühlen unterscheidet, und was in den begleitenden Empfindungen nicht besteht. Dieses Lustgefühl dauert fast bis zum Ende des Versuches.

10/XII, 2—3 h. Beobachter Alechsieff; Normalzustand. Bei dem Beginne des Versuches wird der Beobachter etwas gespannt, bald auch etwas erregt. Die Einwirkung mit Valerianageruch ist nicht so intensiv. Darum fühlt der Beobachter nur schwaches Unlustgefühl, das sehr schnell verschwindet. Es folgt dann Applikation von Chininlösung. Der Beobachter nimmt gleich nach ihr den bitteren Geschmack wahr, der starkes Unlustgefühl in ihm bewirkt. Dieses Unlustgefühl ist viel dauernder als in dem vorangehenden Falle, es dauert fast bis zum Ende des Versuches. Es ist auch viel stärker, der Beobachter kann auch nicht behaupten, daß die beiden Unlustgefühle identisch gewesen seien. Es gibt einen Unterschied zwischen ihnen, den er auf keinen Fall auf Rechnung der begleitenden Empfindungen schreiben kann.

Die objektiven Symptome, die diesen Aussagen entsprechen, sind in Tabelle XXI zusammengestellt. Aus ihnen können wir aber nicht auf entscheidende qualitative Unterschiede in den Lust- und Unlustgefühlen schließen. Es kommen nur die Intensitätsunterschiede zum Vorschein, indem der stärkeren Lust oder Unlust größere und ausgeprägtere Veränderungen in den Ausdruckskurven entsprechen. Diese Abhängigkeit der Ausdruckssymptome der Gefühle von deren Intensität haben wir ja auch früher, besonders bei der Bestimmung der objektiven Symptome der Lust durch Einwirkung mit Geruchsreizen hervorgehoben. In keinem von unseren Versuchen konnten wir irgendwelche charakteristische Veränderungen in den Atmungs- oder Pulskurven entdecken, die den von dem Beobachter angegebenen qualitativen Unterschieden im Bereiche der einzelnen Grundformen entsprechen. Die Mittel, die wir bei unseren Versuchen zur Hand hatten, zeigten sich also ungenügend, um eine objektive Stütze für die Bestimmung von weiteren qualitativen Unterschieden bei den einzelnen Grundformen der Gefühle zu finden. Darum sollen wir aber den Versuch, diese Frage zu lösen, nicht aufgeben, oder gar nur die oben hervorgehobenen sechs Gefühlsqualitäten als die einzig existierenden einfachen Gefühlsqualitäten proklamieren. Wir dürfen ja die Ergebnisse der Selbstbeobachtung nicht unbeachtet lassen und dadurch die Hauptquelle der psychologischen Erfahrung einfach negieren, nur weil es uns noch nicht gelungen ist, für alle in den Selbstbeobachtungen hervorgehobenen psychischen Erlebnisse parallelgehende psychische Prozesse zu finden. Wir sahen ja, daß die Veränderungen in der Atmungs- und Pulskurve auch nicht die feineren Veränderungen der Intensität der Gefühle ausdrücken können. Wir mußten also konstatieren, daß uns die Ausdrucksmethode hier noch keine Hilfe geben kann und uns dann an die Eindrucksmethode wenden. Es kamen aber gerade hier die Unvollkommenheiten dieser Methode klar zum Ausdruck. Wir mußten unsere Schlüsse nur auf die ganz subjektiven Angaben der Beobachter bauen, die einer objektiven Kontrolle nicht unterzogen werden konnten. Jeder Beobachter berief sich auf die Richtigkeit seiner Aussagen, und uns blieb nichts anderes übrig, als diese Aussagen durch unsere eigenen Selbstbeobachtungen zu kontrollieren. Das war aber ein schwaches, nicht ganz einwandfreies Kriterium, das uns bei der Erklärung der Abweichungen

Tabelle XXI.

Nr.	Beobacht.	Gang des Versuches	Phase	Atmung				Puls			
				Länge		Höhe		Länge		Höhe	
				Einzelatmungen	Mittel	Einzelatmungen	Mittel	Atmungsperioden	Mittel	Atmungsperioden	Mittel
1	Kaitasoff	Normalzustand . .	a-b	24, 27, 33.5	28.17	18, 21.5, 29	22.83	6.13	6.13	6, 5.8, 6	5.93
		Rosenöl	b-c	25, 24.5, 24	24.5	29, 22.5, 24	25.17	6.33	6.33	6.8, 7.4, 7	7.07
		Normalzustand . .	c-d	29, 28.5	28.75	24, 21	22.5	6.16	6.16	6	6
		Streichung a. Stirne	d-e	36, 25.5	30.75	13, 28	20.5	6.2	6.20	6.5, 6.8	6.65
		Normalzustand . .	e-f	29	29	28	28	5.5	5.5	5.8	5.8
		Himbeersaft . . .	f-g	34, 28	31	26, 27	26.5	6	6	7	7
		Normalzustand . .	g-h	27	27	27.5	27.5	6	6	5.5, 5.2	5.35
2	Alechsieff	Normalzustand . .	a-b	24, 24.5	24.25	60, 51	55.5	6.57	6.57	14, 14.5	14.25
		Erregung	b-c	25, 28, 20	24.33	29, 28, 17	24.67	6.12	6.12	15, 14.5, 15	14.83
		Valeriana	c-d	13, 23	18	63, 71	67	5.94	5.94	14	14
		Normalzustand . .	d-e	17.5, 22	19.75	81, 60	70.5	6.25	6.25	15, 15.5	15.25
		Chinin	e-f	25	25	45	45	5.87	5.87	14.5	14.5
			f-g	60	60	87	87	5.33	5.33	11.5	11.5
			g-h	32, 19	25.5	91, 70	80.5	5.8, 6.2	6	14, 15.5	14.75
			h-i	25, 29	27	65, 79	82	6.19	6.19	13, 12.5	12.75
		Normalzustand . .	i-k	27, 19	23	68, 64.5	66.25	6.43	6.43	14, 15	14.5

und Widersprüche zwischen unseren und den Ergebnissen anderer Experimentatoren nicht viel helfen kann. Niemand wird ja an die Existenz qualitativer Unterschiede der Lust oder Unlust glauben, die er selbst nicht erlebt hat. Die Frage nach den Gefühlsrichtungen wird darum noch lange Zeit eine der umstrittensten in der Psychologie bleiben. Es werden Lösungen gegeben werden, die je nach den individuellen Erlebnissen der Experimentatoren und Beobachter sich gestalten, eine allgemein anerkannte Theorie wird aber so lange ausbleiben, bis auch für die Beantwortung dieser Frage eine objektive Stütze gefunden wird und dadurch Ordnung in diese so veränderlichen und unbestimmbaren psychischen Erlebnisse gebracht ist.

Die Aussagen unserer Beobachter fielen für die Theorie der Gefühlsrichtungen sehr günstig aus. Besonders bei der Untersuchung der qualitativen Unterschiede der Lust- und Unlustgefühle sprachen alle Beobachter von eigentümlichen Unterschieden, die nicht in den begleitenden Empfindungen bestehen, sondern in dem Wesen der Gefühle selbst liegen, Unterschiede, die sich auf die Veränderungen in dem Bewußtsein selbst beziehen, die also nicht peripherer, sondern zentraler Natur sind. Eine Ausnahme machten nur die Aussagen von Stephanoff, der in den verschiedenen Gefühlstheorien gut orientiert war. Er behauptete, wohl verschiedene Lust- und Unlustzustände auch zu erleben, diese Verschiedenheit erlebte er aber nicht als den Gefühlen selbst eigen, sondern den begleitenden Empfindungen. Nach unseren eigenen Selbstbeobachtungen sind wir geneigt, die Behauptung der Mehrheit unserer Beobachter zu bestätigen. Wir kamen ja bei der Beobachtung von Gefühlszuständen, die einander sehr nahe liegen, oft in große Verlegenheit. In solchen Fällen haben wir uns mehrmals mit der Frage beschäftigt, ob die Annahme von nur sechs Gefühlsqualitäten, wie Vogt sie macht, nicht genüge, um durch ihre Kombinationen alle qualitativen Gefühlsunterschiede zu erklären. Bei Vergleichung der Reihen von lust- und unlustbetonten Farben und Gerüchen, die nur beruhigend oder nur erregend wirkten, überzeugten wir uns aber bald, daß die feineren eigenartigeren Gefühlsunterschiede nicht auf bloße Kombinationen von 6 einfachen Gefühlsqualitäten zurückgeführt werden können. Für uns existierten qualitative Unterschiede unter den Gefühlsbetonungen des Rosenöl-, Kampher-, Heliotropgeruches, obwohl sie alle Lust und Beruhigung in

uns hervorriefen; und dasselbe fanden wir auch z. B. bei den Gefühlsbetonungen von Rot, Gelb, Orange, obwohl sie alle angenehm und erregend waren. Und die Unterschiede in diesen Gefühlszuständen lagen für uns nicht in der Verschiedenheit ihrer Intensität oder gar der begleitenden Empfindungen, sondern in der eigentümlichen Betonung, in dem Charakter dieser Erlebnisse selbst.

Ist die Feststellung von qualitativen Unterschieden bei den Lust- und Unlustgefühlen mit großen Schwierigkeiten verbunden, so ist sie bei den anderen Gefühlsformen fast unmöglich. Die Angaben der Beobachter darüber sind sehr mangelhaft, sie kamen auch sehr selten vor. Man gab gewöhnlich nur Intensitätsunterschiede an, indem man von stärkerer oder schwächerer Spannung, Erregung oder Lösung sprach. Eine Ausnahme bildeten nur die Aussagen über die Beruhigung, wo die Beobachter durch die Ausdrücke: »Beruhigung«, »Schläfrigkeit«, »Passivität«, »Betäubung« usw. verschiedene qualitative Nuancen bezeichnen wollten. Es kamen aber, obwohl seltener, doch auch bei den anderen Gefühlsformen Aussagen über qualitative Unterschiede vor. So sprach z. B. der Beobachter Stephanoff, der bei Lust und Unlust keine qualitativen Unterschiede kennen wollte, von zwei Arten qualitativ verschiedener Spannung. Unsere eigenen Selbstbeobachtungen waren in diesem Falle nicht so kategorisch. Doch sind wir auch bei der Spannung und Lösung, Erregung und Beruhigung mehr geneigt, weitere qualitative Unterschiede anzunehmen, da die einfachen Gefühlsformen nicht genügend sind, alle Gefühlsnuancen, die unser seelisches Leben in sich birgt, zu erklären und das kann noch weniger durch die begleitenden Empfindungen geschehen. Doch dadurch wird diese Frage noch nicht vollständig gelöst.

X. Schluß.

Wollen wir am Ende unserer Untersuchung die Hauptergebnisse kurz zusammenfassen, so lassen sich die folgenden Sätze besonders hervorheben:

1. Die Methoden, die für die Untersuchung der Gefühle in der heutigen Psychologie gebraucht werden, sind noch nicht so weit fortgeschritten, daß wir mit ihrer Anwendung bei der Erforschung des menschlichen Gefühlslebens zu vollständig eindeutigen und allgemein-

gültigen Ergebnissen kommen können. Die besten Resultate könnten noch bei einer Verbindung der Eindrucks- und Ausdrucksmethode erhalten werden, bei der die Ergebnisse der Selbstbeobachtung durch objektive genau bestimmbare Vorgänge unterstützt und kontrolliert werden, doch reicht auch diese Methode für die Untersuchung aller Gefühlsvorgänge nicht aus. Es bleiben immer noch viele Gefühlserlebnisse, besonders die feineren qualitativen Abstufungen, einer objektiven Kontrolle entzogen.

2. Als Gefühle sollten alle psychischen Erscheinungen betrachtet werden, die in keiner direkten Beziehung zu den peripheren Reizen oder den verschiedenen Sinnesorganen stehen und die von uns auf den Zustand des Bewußtseins, auf unser Ich bezogen werden. Die Gefühlsvorgänge werden durch den entsprechenden Reiz geweckt, sie sind aber nicht bloß an ihn gebunden; sie drücken die Veränderungen in dem Zustande des Bewußtseins aus, die durch das Eintreten der entsprechenden Reize im Blickfeld des Bewußtseins selbst entstehen.

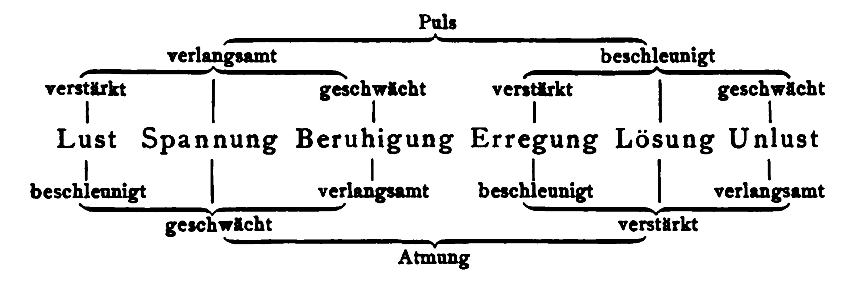
3. Es kommen nie reine einfache Gefühlsvorgänge vor, sondern man stößt fortwährend auf gemischte Formen. Darum können auch reine Gefühlsformen nicht in Untersuchung gezogen werden. Als begleitender Zustand muß besonders der Tätigkeitszustand hervorgehoben werden, der selbst hauptsächlich durch eine Verbindung von Spannungs- und Erregungsgefühlen sein eigentümliches Gepräge erhält. Diese Verbindung müssen wir als ein zusammengesetztes Gefühl betrachten, das wir Tätigkeitsgefühl nennen können, indem je nach den Umständen die Spannung oder die Erregung der herrschende elementare Vorgang ist.

4. Die Grundformen der Gefühle lassen sich auf nur zwei Grundformen, Lust und Unlust, nicht zurückführen. Sie bilden eine viel größere Mannigfaltigkeit und lassen sich nicht in eine, sondern in drei Gefühlsrichtungen gruppieren, die durch die Gegensätze von Lust-Unlust, Spannung-Lösung und Erregung-Beruhigung bestimmt werden.

5. Die Gefühlsvorgänge werden immer, wenn sie genügende Stärke besitzen, von gewissen Veränderungen in den Atmungs- und Pulskurven begleitet, die als ihre objektiven Symptome dienen können. Durch solche genau bestimmbare Veränderungen der Ausdruckskurven sind besonders die sechs Grundformen der Gefühle ausgezeichnet,

so daß sie eine objektive Stütze für die Richtigkeit der Ergebnisse der subjektiven Gefühlsanalyse geben. Von diesen sind die Pulssymptome viel ausdrucksvoller und zuverlässiger, während die Atmungssymptome unter dem Einflusse des Willens stehen und dadurch oft etwas modifiziert erscheinen.

6. Den gegensätzlichen Gefühlsformen entsprechen genau entgegengesetzte Veränderungen in den Ausdruckskurven. Sie können durch das folgende Schema am besten dargestellt werden:



Figurenerklärung zu Tafel I.

Fig. 1 (S. 176). Atmungsschwankungen der Pulskurven.
Fig. 2 (S. 177). Normalkurve mit sehr schwachen Atmungsschwankungen.
Fig. 3 (S. 187). Tätigkeitskurve (c-e), Rechenaufgabe (46 · 14).
Fig. 4 (S. 202). Spannung (Tasteindruck auf die Stirn, b-d), dann Erregung (d-e).
Fig. 5 (S. 215). Erregung (durch Suggestion, b-d), dann intermittierend Abnahme der Erregung (d-f).
Fig. 6 (S. 220). Beruhigung (durch Suggestion, b-d), dann Rückkehr zum Normalzustand.
Fig. 7 (S. 233). Lust (Himbeersaft, b-c).
Fig. 8 (S. 251). Unlust, dann Erregung (Valerianageruch, b-c).
Fig. 9 (S. 261). Unlust (c-d) und Lust (e-f) wechselnd (bei gleichzeitiger Einwirkung von Chinin und Rosenöl).

Die zentrale und periphere Sehschärfe des hell- und dunkeladaptierten Auges.

Von

Edwin W. Katzenellenbogen.

Mit 6 Figuren im Text.

Einleitung.

Schon die gewöhnliche Beobachtung lehrt uns, daß das Sehen mit den seitlichen Teilen der Netzhaut für die Orientierung im Raume sehr wichtig, ja unentbehrlich ist. Aubert erwähnt u. a. Purkinjes Versuch, der zeigt, daß man sich, wenn das Sehen durch ein Diaphragma bloß auf die Stelle der macula lutea beschränkt ist, räumlich nicht einmal im eigenen Zimmer zurecht finden kann[1]). Deshalb hat das indirekte Sehen auch eine wichtige klinische Bedeutung, und wenn die Augenärzte sich bei der Sehschärfeuntersuchung meistens nur auf die Prüfung der zentralen Sehschärfe zu beschränken pflegen, so hat dies seinen guten Grund nur darin, daß die Untersuchung der peripheren Sehschärfe auf bedeutende Schwierigkeiten stößt und besonders große Übung und viel Zeitaufwand erfordert.

Desto mehr sind die Physiologen und die Psychologen dem genannten Problem näher getreten, und zahlreiche Arbeiten beschäftigen sich neben der Untersuchung der Licht- und Farbenwahrnehmung mit der Prüfung der Schärfe und Genauigkeit der räumlichen Unterscheidungen im indirekten Sehen. Das Problem ist aber noch keineswegs vollständig gelöst, und besonders hinsichtlich des indirekten Sehens während der Dunkeladaptation sind die Ergebnisse so voneinander verschieden, daß eine neue Untersuchung wünschenswert erschien. Im Wintersemester 1902/03 übertrug mir Herr Geheim-

[1]) Aubert, Physiologie der Netzhaut, S. 236.

rat Wundt die Fortsetzung einer derartigen Untersuchung, die der verstorbene Herr Dr. Savescu[1]) begonnen hatte. Ich vollendete sie im Leipziger psychologischen Laboratorium im Verlaufe von drei Semestern; dabei untersuchte ich hauptsächlich die Sehschärfe der Dunkeladaptation. Zur Ermöglichung eines Vergleiches vergaß ich indessen nicht, auch die Helladaptation in den Kreis meiner Versuche zu ziehen. Die Beobachtungen wurden mit hellen Objekten auf dunklem Grunde bei einer konstant bleibenden objektiven Lichtintensität durchgeführt. Nur gelegentlich untersuchte ich die Sehschärfe bei der auf subjektive Gleichheit reduzierten Helligkeit; auch beschränkte ich mich auf die Anwendung zweier parallel unmittelbar nebeneinander laufender Linien (näheres s. u.) und beschäftigte mich nur in einem Falle mit den sogenannten Wülfingschen[2]) Versuchen, bei denen eine einzige gebrochene Linie das Maß der Sehschärfe abgibt. Die ausführliche Behandlung dieser Probleme, wie auch eine Untersuchung der Sehschärfe bei verschiedenen Farbenqualitäten, behalte ich mir für eine spätere Arbeit vor.

Bevor ich zum eigentlichen Thema komme, möchte ich vor allem noch von Herzen meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Professor Wundt, für die Anregung zu dieser Untersuchung und für die reichliche Unterstützuug bei der Durchführung derselben meinen besten Dank aussprechen. Auch Herrn Prof. Wirth, Assistenten des Institutes, bin ich für die Mühe bei Herstellung des Apparates und für manchen Rat zu großem Dank verpflichtet. Der Sehschärfeapparat gelangte in den Werkstätten des Herrn Mechanikers E. Zimmermann in Leipzig zur vortrefflichen Ausführung.

Als Versuchspersonen fungierten die Herren Prof. Dr. Wirth, Dr. Krüger, Dr. Lipps, die Herren Dr. Tsukahara aus Tokio,

---

[1]) Die losen Notizen des leider so früh verstorbenen Kollegen hat Herr Dr. Gusti freundlichst aus dem Rumänischen übersetzt. Da dieselben zusammenhanglos niedergeschrieben waren, mußte ich die Untersuchung von neuem anfangen, besonders da auch der Apparat, welcher Herrn Savescu zu Gebote stand, verbessert werden mußte. Siehe Beschreibung des Apparates.

[2]) Wülfing, Zeitschrift für Biologie Bd. 1893, S. 199 (ein ganz kurzer Bericht): Untersuchungen über den kleinsten bemerkbaren Gesichtswinkel; andere diesbezügliche Arbeiten: Volkmann, Optische Untersuchungen I. Hering, Sitzungsb. d. sächs. Ges. d. Wiss. Mathem.-phys. A. 1899. Siehe auch Wundt, Physiologische Psychologie Bd. II, 5. A. S. 505.

S. Loria aus Krakau, und J. Reiss aus Czernowitz[1]). Allen diesen Herren, insbesondere aber meinem lieben Freund J. Reiss, welcher drei Semester hindurch Tag für Tag über zwei Stunden dieser schwierigen und sehr erschöpfenden Arbeit widmete, sage ich hiermit meinen verbindlichsten Dank.

Apparat und Versuchsanordnung.

Die Methoden. In der Praxis wird die Sehschärfeprüfung meistens mit Snellenschen, bzw. Jägerschen Leseproben durchgeführt. Aber schon Purkinje, Volkmann, Aubert[2]) u. a. suchten die Sehschärfe mittels direkter Bestimmung der Raumschwelle zu prüfen, die man für die räumliche Untersuchung zweier Lichtpunkte nach Analogie der Zirkelversuche E. H. Webers beim Tastsinn ermitteln kann.

Die erste der genannten Methoden zur Untersuchung der Sehschärfe, die Leseprobenmethode, wird durch verschiedenartige Nebenmomente, die störend auf die Untersuchung wirken, stark beeinträchtigt. Hier urteilt die Versuchsperson, ob sie einen Buchstaben (meistens ein gedrucktes E) deutlich sieht oder nicht. Wenn demnach ein Buchstabe verschwommen erscheint, wird naturgemäß »undeutlich« ausgesagt; dadurch wird die Grenzbestimmung bedeutend höher. Anderseits wieder beeinflussen die assoziativen Prozesse und Erinnerungsbilder des Lesens das abzugebende Urteil in nicht geringem Maße, so daß ein Buchstabe auch dann noch sehr leicht als solcher erkannt wird, wenn er objektiv defekt ist. Ich kann mich entsinnen, daß bei der Prüfung meines Sehvermögens immer eine und dieselbe Snellensche Probetafel vorgehalten wurde, so daß ich zuletzt ziemlich auswendig die Buchstabenreihe kannte. Nach einiger Zeit war ich imstande, die unterste Reihe bequem abzulesen, was sehr unwahrscheinlich schien, und in der Tat, als man mir eine andere Tafel,

[1]) Ich selbst konnte als Beobachter nur ganz ungenügend fungieren. Mein linkes Auge ist hochgradig astigmatisch, und im Verlaufe der Untersuchung selbst wurde dazu noch mein rechtes Auge von einer Augenkrankheit befallen. Hinsichtlich des Beobachtungsmateriales war ich also ganz auf die Aussage anderer angewiesen. Die meisten Kurven und Tabellen sind den Beobachtungen des Herrn Reiss entlehnt. Andere Versuchspersonen dienten lediglich zur Kontrolle.

[2]) Vgl. Aubert, a. a. O. S. 236.



deren Buchstaben mir nicht bekannt waren, vorlegte, konnte ich sogar die vierte Reihe von unten nicht mehr ablesen. Es ist auch allgemein bekannt, daß man eine Inschrift, die man von weitem zunächst nicht zu erkennen vermochte, aber dann durchs Fernglas entziffert hat, auch nachträglich mit unbewaffnetem Auge bequem lesen zu können glaubt.

Den Augenärzten ist dieser Umstand als Fehlerquelle natürlich nicht entgangen und deshalb benützen sie mit Vorliebe die sonst nur für Analphabeten erdachten Sehproben; hier soll der Patient nur die Richtungsunterschiede gerader Linien angeben. Auch bei den wissenschaftlichen Untersuchungen strebte man, jenen Fehler aus dem Wege zu schaffen; so benutzten Köster und Fick statt Buchstaben Haken von der Form C. Der Fehler wurde dadurch zwar verringert, aber nicht vollständig beseitigt.

Die Raumschwellenmethode. Die eben erwähnten Fehler treten dagegen zurück bei der Raumschwellenmethode. Diese verlangt von der Versuchsperson die Angabe, ob sie 1 oder 2 Linien, bzw. Punkte sieht. Dabei ist es ziemlich gleichgültig, ob diese Eindrücke deutlich abgegrenzt oder »verschwommen«, im »Lichthof« erscheinen. Die Störungen sind teils durch die Irradiation des Lichtes, teils durch die mangelhafte Akkommodation verursacht. Die Assoziation spielt allerdings auch hier wie überall eine gewisse Rolle. Die gegebenen Vorstellungselemente sind aber bedeutend einfacher, so daß dieser Faktor die Beobachtung nicht so vielseitig stören kann. Deshalb wäre die Raumschwellenmethode auch für die klinische Untersuchung empfehlenswert[1]); für jede wissenschaftliche Arbeit auf diesem Gebiete ist sie ein Postulat. Die Raumschwellenuntersuchung des Tastsinns hat sich ja besonders auch in der Diagnostik der nervösen Störungen bewährt und vielfach Eingang gefunden. Nach dem Gesagten ist es also selbstverständlich, daß die folgende Untersuchung der Sehschärfe sich ausschließlich der Raumschwellenmethode bedient.

Diese Methode ist allerdings ebenfalls, besonders bei der Dunkeladaptation mit manchen Schwierigkeiten verbunden. Während bei der Helladaptation zwei schwarze Linien auf einem weißen oder zwei

---

[1]) Auf manchen Kliniken (in Berlin z. B.) ist man tatsächlich zu dieser Einsicht gekommen.

weiße auf einem schwarzen Hintergrunde in reflektiertem Lichte dargeboten werden, wird man bei Dunkeladaptation am einfachsten hellleuchtende Reize benutzen. Dieser Umstand verursacht aber große Schwierigkeiten. Aubert[1]) beleuchtete Drähte durch einen elektrischen Funken, der durch die Entladung einer Leydner Flasche verursacht wurde. Der Fehler dieser Art der Beleuchtung besteht aber in der Kürze des Versuches, die anderseits freilich den Einfluß einer Abschweifung vom Fixationspunkt beseitigt. Der Reiz wirkt durch seine Plötzlichkeit und Helligkeit so überraschend auf den Beobachter, daß er nicht so leicht zu apperzipieren imstande ist und sein Urteil aufs Geratewohl abgibt. Deshalb benutzten wir anfangs Platindrähte, die selbst durch einen konstanten elektrischen Strom zum Glühen gebracht wurden. Dabei wurde aber nun sogleich von Anfang an eine bei länger dauernden Reizen notwendige Vorsicht geübt. Die Beobachtung im indirekten Sehen ist äußerst schwierig, weil wir den Lichtreiz, den wir apperzipieren wollen, zugleich zu fixieren gewohnt sind. Durch Übung sind wir imstande, uns einigermaßen davon zu emanzipieren, so daß wir den Fixationspunkt festzuhalten vermögen, besonders wenn von Anfang an genau fixiert und ein Vorsignal gegeben wird[2]). Kleinere, wenn auch momentane Blickschwankungen, die aber das Urteil unter Umständen gänzlich entstellen können, lassen sich aber dennoch nicht vermeiden. Um dem vorzubeugen, wurde auf Vorschlag von Herrn Geheimrat Wundt immer ein nasaler und ein temporaler Reiz zugleich gegeben, so daß die Tendenzen zu unwillkürlichen Fixationsabschweifungen sozusagen im Gleichgewichte erhalten blieben. Bei den glühenden Platindrähten gab es indessen manche technische Schwierigkeiten. Das Ansteigen der Lichtintensität geht hier langsam vor sich hin, wobei auch die Farbe variiert; dieser Umstand bleibt nicht ohne Einfluß auf die Adaptation. Die Ausbreitung des Lichtes und die Blendung ist dabei sehr groß, so daß ich bei der Untersuchung der Sehschärfe mit leuchtenden Drähten brauchbare und zuverlässige Resultate nicht erzielen konnte. Deshalb wurde unter Beibehaltung des Prinzips ein Apparat konstruiert, der die soeben beschriebenen Fehler fast gänzlich vermeidet.

[1]) Aubert, Physiologie der Netzhaut, S. 237.

[2]) Siehe unter Versuchsanordnung.

Der Apparat.

Bei der Beschreibung des Apparates sollen bloß die wesentlichsten Eigentümlichkeiten und Vorzüge desselben hervorgehoben werden, im übrigen ist auf die beigefügte schematische Zeichnung (Fig. 1) zu verweisen.

Der Apparat ist dem Prinzip nach perimetrisch gedacht; nur ist statt des Bogens eine gerade Stange von Meterlänge in Zentimeter[1]) eingeteilt angebracht, die um den Fixierpunkt drehbar ist. Die Befestigung an dem Tisch geschieht durch Einschiebung eines den ganzen Apparat tragenden Rundstabes in die Hohlklemme. Nach dem eben geschilderten Prinzip der symmetrischen Reizung ist nun auf beiden Seiten des Fixationspunktes je eine Doppellinienvorrichtung völlig symmetrischer Konstruktion angebracht. An diesem neuen Apparat wurden nun die Linien durch Spaltvorrichtungen als Mattglastransparente an der Kante kleiner lichtdichter Kästen gewonnen. In einem schwarzen Kästchen (*C*) sind elektrische Glühlampen (*E*, offene Ansicht des Inneren des Kastens) von 36 Kerzen bei 110 Volt Spannung angebracht. Hinter den verschiebbaren Spalten (*n*), die von einem feinsten Lichtstriche bis zu einem breiten Streifen variiert werden können, sind zur Erlangung einer diffusen Beleuchtung geschliffene Mattglasblättchen angebracht. Dabei sind die Schneiden der Spalten vorne zugeschliffen und liegen dem Mattglas so unmittelbar auf, daß die Wahrnehmung der hellen Linien von der Seite nicht gehindert ist. Die Zeichnung K_2 zeigt die Schlitzenvorrichtung am deutlichsten. Durch eine Mikrometerschraube (*D*) verschiebt man die beiden Kasten voneinander und liest den Abstand direkt an dem oben angebrachten Maßstab in Millimetern ab. Das Schema K_1 zeigt uns die Verwendung der Schlitze für die sogenannten Wülfingschen Versuche. Hierbei wird eine gebrochene Linie als Maßstab für die Sehschärfe in Anspruch genommen, indem eine Hälfte der Geraden gegen die andere verschoben wird. An diesem Apparate kommt die gebrochene Linie so zustande, daß der obere Teil des rechten und

[1]) Diese Zentimeterteilung ist auch im Dunkel zu merken, weil je 2 cm voneinander kleine Löcher angebracht sind, in welche federnde Höckerchen des Kastens einschnappen.

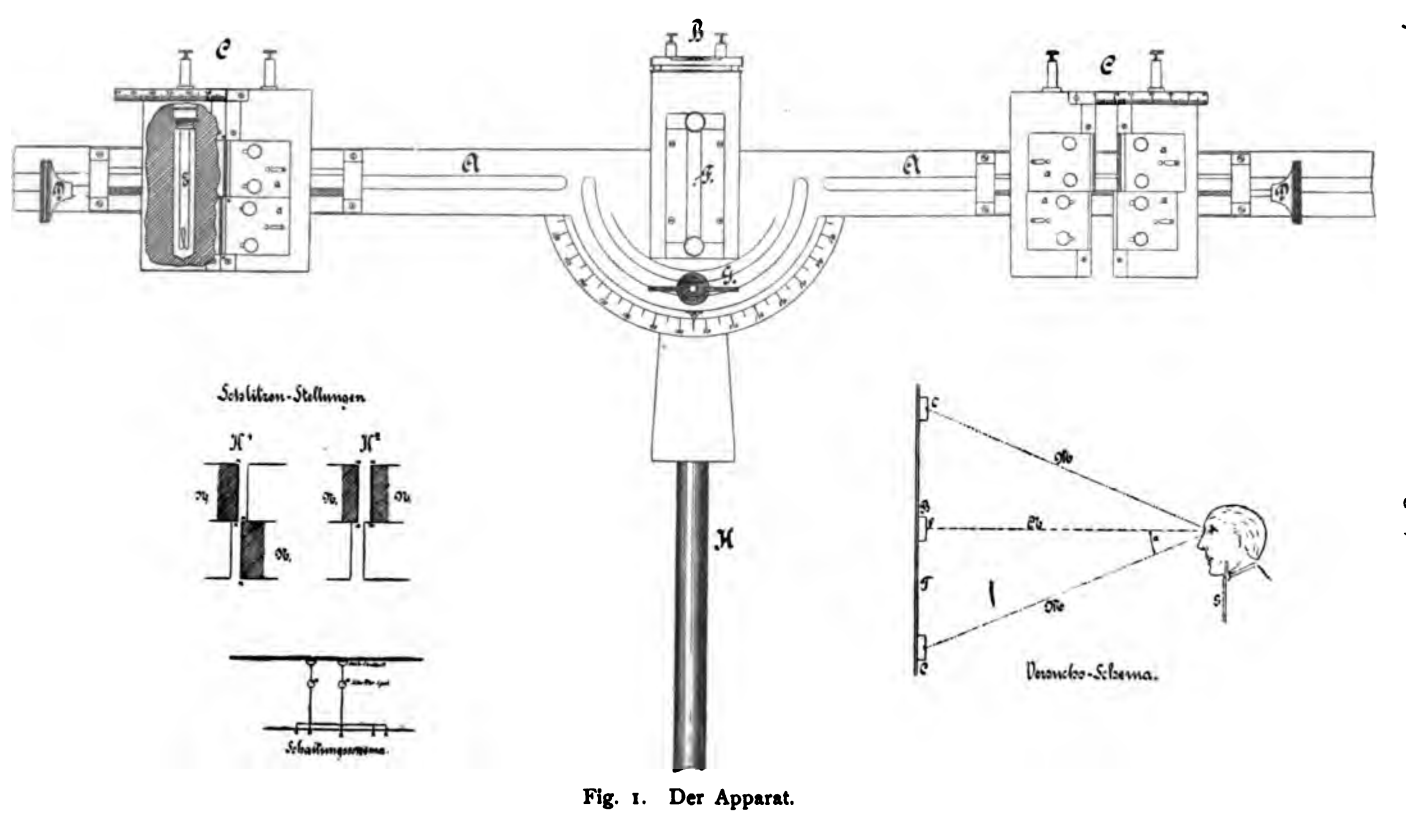


Fig. 1. Der Apparat.

der untere des linken Kastens tiefer eingeschnitten ist, so daß die obere linke Kante des einen bis über die untere rechte des anderen zu stehen kommen und von hier aus durch die Mikrometerschraube (*D*) verschoben werden kann.

Zur Beleuchtung des transparenten Fixierpunktes (*F*) dient ebenfalls eine elektrische Lampe im Kasten (*B*). Durch Verklebung mit einem schwarzen Stück Papier kann die Fixationsspalte verdeckt werden; nachher kann man durch einen mehr oder weniger tiefen Nadelstich eine beliebig dunkle Fixationsmarke bekommen. Das mit den konventionellen Bezeichnungen beigefügte elektrische Schaltungsschema zeigt, daß der Fixationspunkt unabhängig beleuchtet und ausgelöscht, und daß außerdem (was auch mittels vollständiger Schließung eines Spaltes erreichbar ist) jeweils nur eine von den Doppellinien, also eine objektive Einheit geboten werden kann. Als Stromquelle wurde die allgemeine Elektrizitätsleitung von 110 Volt Spannung benutzt[1]).

Der Balken (*A*) ist um seine Achse nach links und nach rechts um 90 Grad, zusammen also 180 Grad drehbar (Schraube *G* und Gradeinteilung mit Zeiger). Dies ermöglicht die Untersuchung der Sehschärfe in allen möglichen Meridianen. Der Apparat ist vollständig symmetrisch gebaut, wodurch die Stabilität einer jeden Einstellungslage sehr unterstützt wird.

Damit die Linien bei jedem Meridian genau vertikal stehen, ist die gesamte Dopellinienvorrichtung auf der an der Stange *A* verschiebbaren Platte verdrehbar und auf der oberen Kante mit einer Libelle versehen; die Platte wird zur Einstellung durch eine Verschraubung mit der Stange *A* fest verklemmt. Zur Unterstützung der genauen Fixation ruht der Kopf des Beobachters auf einer Kinn-

[1]) Es könnte der Einwand erhoben werden, daß ich keine besondere Kontrolle für die Stromstärke hatte. Es ist natürlich, daß je nach der sonstigen Benutzung die Stärke des Straßenstromes variiert. Ich habe aber zunächst an festen Stunden, vorwiegend zwischen 2—5 Uhr nachmittags, mit denselben Beobachtern gearbeitet und innerhalb dieser Dauer die Zeiten für die einzelnen Stellen der Netzhaut vielfach verändert. Um die Helligkeit der Lampen konstant zu erhalten, ersetzte ich sämtliche aller vier Wochen durch neue. Vor allem zeigten aber die weiter unten berichteten Versuche mit Veränderung der Helligkeit (Vorsetzen des Episkotisters) den geringen Einfluß der Helligkeitsunterschiede innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen für das Problem der Sehschärfe.

stütze, wie die schematische Zeichnung der Versuchsanordnung andeutet.

Die Resultate werden in Gesichtswinkeln angegeben. Die Umrechnung geschieht auf Grund der Formel: $\log \operatorname{tang} \alpha = \log a - \log h$ (in der Zeichnung $h = N$, $a = T$), wobei $h = N$ die Entfernung des Auges vom Fixierpunkte, $a = T$ der mittlere Abstand der beiden Linien von dem Fixationspunkt ist. Der N-Abstand wurde meistens konstant auf 3 m gehalten; ich habe mich nämlich überzeugt[1]), daß in dieser Entfernung die Akkommodationsverhältnisse die günstigsten sind, nur für Gesichtswinkel über 30 Grad wurde diese Entfernung bis zu $1/2$ m verkleinert, bei der Untersuchung der zentralen und parazentralen Sehschärfe bis zu 7 m verlängert[2]).

Da die Handhabung des Apparates äußerst leicht und bequem ist, und außerdem der Straßenstrom verwendet werden kann, so wird sogar die Benutzung des Apparates für klinische Zwecke, wenn es sich um eine genaue Angabe der Sehschärfe und nicht bloß um die Aussuchung der Nummer einer zu tragenden Brille handelt, ermöglicht.

Die Versuchsananordnung.

a) Bei Dunkeladaptation. Das Zimmer, in welchem ich arbeitete, war vollständig lichtdicht. Der Beobachter hatte ein Auge durch eine Blende geschützt; das zweite Auge wurde mindestens 20 Minuten lang vor Beginn jeder Untersuchung dunkeladaptiert. Nachdem der Beobachter den Kopf auf die Kinnstütze gelegt und »jetzt« gesagt hatte, drehte der Experimentator den Kontakt für die mittlere Lampe auf, so daß der leuchtende Fixationspunkt zum Vorschein kam. Der Beobachter suchte nun genau zu fixieren, und nach einem »ja« seinerseits wurden die Links- und Rechtsreize, welche beide die gleiche Entfernung vom Fixierpunkt besaßen, zugleich gezeigt. Der ganze Versuch dauerte je nach Einübung der Person 4—2 $1/2$ Sekunden.

---

[1]) Davon habe ich mich dadurch überzeugt, daß hier beim nicht myopischen Auge die Beschwerden über »Verschwommenheit« am seltensten waren. Die myopischen Beobachter trugen kompensierende Gläser.

[2]) Diese Verschiedenheit der Entfernung wurde durch die technische Unmöglichkeit bedingt, bei 3 m Entfernung über 40 Grad hinaus zu kommen; bei kleinen Entfernungen müßte wieder die Variierung Millimeter betragen, was natürlich unter diesen Bedingungen schwer zu machen wäre.



Unterhalb dieser Zeit konnte man überhaupt nicht genau beobachten, besonders wenn die Lage sehr exzentrisch war; bei größeren Zeiten als 4 Sekunden war eine Fixation ohne wesentliche Ablenkungen unmöglich. Während der Hantierungen am Apparat, schützte die Versuchsperson stets ihr Auge vor jedem einfallenden Lichte durch Vorhalten eines schwarzen Tuches. Zwischen den einzelnen Versuchen wurde genügend Zeit zur Wiederherstellung der Adaptation und des vollständigen Abklingens der Nachbilder gegeben.

Bei der Untersuchung der zentralen Sehschärfe bei Dunkeladaptation wurde der Fixationspunkt unmittelbar vor dem Versuch gegeben und während des Versuches ausgelöscht. Er sollte die Richtung des erwarteten Reizes angeben. Statt Linien wurden dann Punkte verwendet, damit wirklich nur die fovea getroffen werde.

b) Bei Helladaptation. Die Sehschärfeprüfung bei voller Helladaptation müßte natürlich mit hellerem Lichte vorgenommen werden. Wenn ich mit objektiv genau so starkem Lichte wie bei Dunkeladaptation experimentieren wollte, konnte aber nicht bei vollem Tageslichte, sondern nur bei einer herabgesetzten Beleuchtung gearbeitet werden. Ich arbeitete also beim starken Dämmerlicht oder bei einer Beleuchtung von 3 Glühlampen zu 16 Kerzen. Da diese Versuchsreihe nur dem Vergleich dienen sollte, schien mir die Anordnung genügend zu sein. Bei der Prüfung des Zentrums wurden auch hier nicht Linien, sondern Punkte verwendet.

Bei der Beobachtung wurde stets das linke Auge benützt, nur vergleichshalber das rechte.

Die Methode.

Die Versuche wurden nach der Methode der Minimaländerungen ausgeführt. Diese Methode zeigte sich für die Art der Versuche als die geeignetste. Ich führte sie ganz konsequent durch, indem ich von der deutlichen Einheit bis zur deutlichen Zweiheit fortschritt und dann denselben Weg zurückging. Nur die Mittelwerte der Resultate wurden für die Berechnung verwendet. Ich habe aber möglichst die zu kleinen Stufen vermieden, weil erstens dies sehr ermüdend für die Versuchsperson war und außerdem unmöglich gemacht hätte, die ganze Versuchsstrecke in einer Sitzung vorzunehmen, was ent-

schieden von größter Wichtigkeit ist. Bei manchen Versuchspersonen wie z. B. bei Dr. Ts. war es sogar von einem merkwürdigen Einfluß, ob die Versuchsreihen mit der sicheren Einheit oder Zweiheit begannen. An einer exzentrischen Stelle der Netzhaut (8°) kam es z. B. vor, daß dieser Beobachter die Zweiheit als solche bis zur objektiven Einheit zu sehen glaubte, wenn ich mit der Zweiheit der Versuche begann und viceversa. Ich habe den Versuch 3 mal an verschiedenen Tagen wiederholt und immer das nämliche erhalten. Da Dr. Ts. übrigens nachher augenkrank wurde, mag dies dem pathologischem Zustande der Netzhaut zugeschrieben werden.

In den zahlreichen bisherigen Arbeiten über die Raumschwelle findet man in der Regel die Einheits- und Zweiheitskurven für die verschiedenen Netzhautstellen in den dazu gehörigen Zahlen verzeichnet. Die Unsicherheitskurven hingegen sind niemals angegeben worden. Unsichere Urteile wurden meist systemlos gelegentlich in einer Klammer mitgeteilt oder mit einem Fragezeichen versehen und als Fehler der Aufmerksamkeit oder des Versuches schlechthin aufgefaßt. Man hat sie dann gewöhnlich zur Hälfte den Einheits- und zur Hälfte den Zweiheitsurteilen zugerechnet. Auch glaubte man, daß sie sich durch Übung beseitigen ließen.

Ich bemerkte nun bei manchen Versuchspersonen, daß sie bei der Prüfung verschiedener Stellen der Netzhaut, wenn man sie zu einer Entscheidung nötigte, ob sie eine oder zwei Linien unterschieden, ein gewisses Zögern, was sie eigentlich als gesehen angeben sollten. Ich beschloß daher, den Versuchspersonen einen größeren Spielraum im Urteilen zu lassen. Hier stellte sich dann bei allen heraus, daß ungefähr 6 Unterscheidungen sich allmählich heraushoben: Sichere Einheit, 1 breit, 1 unsicher, ganz unsicher, 2 unsicher, sichere Zweiheit. Wenn wir die Unterscheidung zwischen 1 und 1 breit[1]) unberücksichtigt lassen, bleiben 5 Unterscheidungen. Ich unternahm deshalb eine nähere Untersuchung dieser zweifelhaften Fälle und bemerkte bald, daß diese nicht nur mit der Zeit, also durch Übung, nicht abnahmen oder verschwanden, sondern im Gegenteil auf Kosten der unsicheren Einheit und Zweiheit zunahmen. Auch die Sicherheitsurteile bereicherten sich mit den Resultaten der unsicheren 1- und

[1]) Es ist ein anderes Problem, welches sich dem Wülfingschen nähert.



2-Urteile, die in der Tat bei längerer Übung immer seltener vorkamen, so daß endlich scharf 3 voneinander abgegrenzte Unterscheidungen sich heraushoben: Einheit, Unsicherheit, Zweiheit. Die spärlichen Urteile der unsicheren 1 und 2 wurden bei der Berechnung weggelassen[1]).

Die Verhältnisse sind im einzelnen auf den in Fig. 2 dargestellten Häufigkeitskurven zu überblicken. Diese sind aus 500 Einzelbeobachtungen berechnet; sonst setzen sich die Reihen im allgemeinen aus 130 Einzelbeobachtungen zusammen. In den Kurven I und II ist die folgende Tabelle dargestellt.

Häufigkeits-Tabelle in % berechnet.

Kurve I (bei 60 Grad Exzentrizität), Vp. Reiss, l. Aug. Dunkeladapt.:

Liniendistanzen in Bogenmin. des Gesichtswinkels	175	170	165	160	155	150	145	140	135	130	125	120	115
Sichere Zweiheit 2	100	83	71	52	27	11	0	...	...	...	...	...	...
Unsicherheit ?	0	17	29	48	73	89	100	95	68	68	44	27	0
Sichere Einheit 1	...	...	...	...	...	...	0	5	32	32	56	73	100

Kurve II (bei 30 Grad Exzentrizität), Vp. Reiss, l. Aug. Dunkeladapt.:

Liniendistanzen in Bogenmin. des Gesichtswinkels	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36
Sichere Zweiheit 2	100	72	72	43	20	3	1	0	...	...
Unsicherheit ?	0	28	28	50	50	42	44	30	25	0
Sichere Einheit 1	...	...	0	7	30	55	54	70	75	100

Die Zweiheitskurve von 60 Grad beginnt demnach bei einem Gesichtswinkel von 145′ und steigt rasch zu dem Höhepunkte, den sie

[1]) Ich habe die unsicheren 1- oder 2-Urteile mit Absicht nicht berücksichtigt. Erstens reduzierten sie sich nach einer gewissen Einübung bis zum Minimum, zweitens sind sie überhaupt in einer verschwindend kleinen Zahl und bloß an den Übergangsstellen aufgetreten.

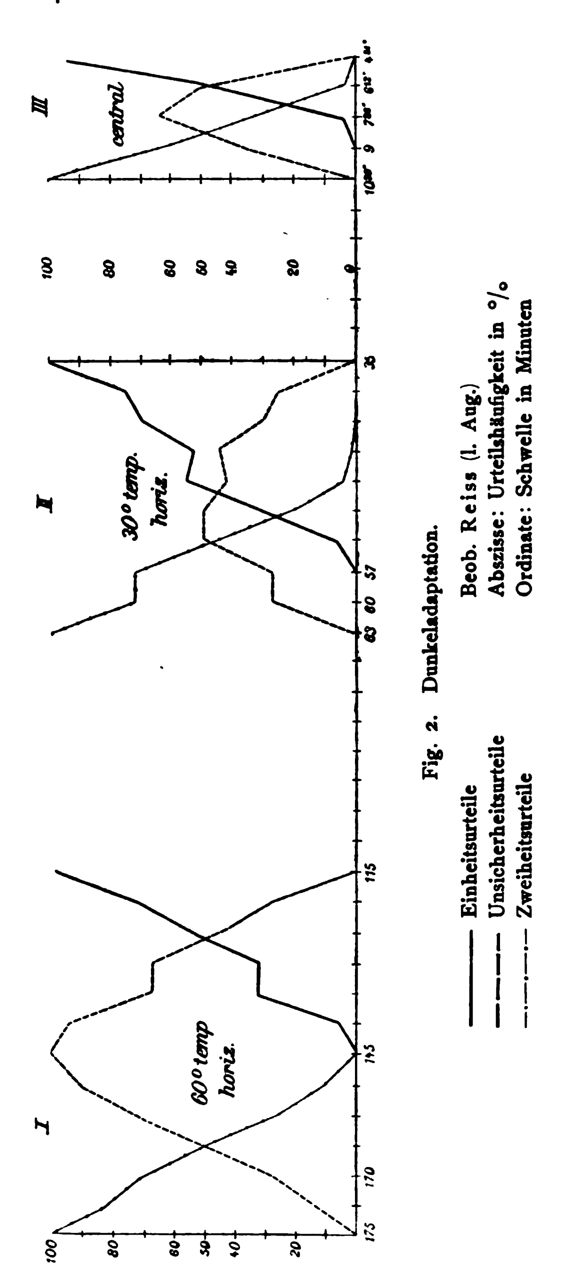


Fig. 2. Dunkeladaptation.
Beob. Reiss (l. Aug.)
Abszisse: Urteilshäufigkeit in %
Ordinate: Schwelle in Minuten

bei 175′ erreicht. Hier ist die Zweiheit absolut sicher. Die Kurve der sicheren Einheitsurteile beginnt ungefähr auch bei 145′, wächst schnell an, und bei 115′ wird nur noch 1 Linie gesehen. Die Kurve der ganz unsicheren Urteile hat hingegen einen halbbogenförmigen Verlauf. Ihren Höhepunkt hat sie dort, wo die sicheren Zweiheitsurteile eben verschwunden und die Einheitsurteile zum Vorschein gekommen sind. Von diesem Punkt (145′) an fällt sie langsam nach beiden Seiten und begleitet mit abnehmenden Werten sowohl die Zweiheits- wie die Einheitskurve, bis sie den Nullpunkt erreicht.

Die Kurve II zeigt einen ähnlichen Verlauf, nur daß hier die Verhältnisse nicht ganz so extrem ausfallen. Auf manchen Strecken (zwischen 54′ und 45′) sind alle drei Urteilsqualitäten vorhanden, aber hier erreichen die Unsicherheitsurteile nur die absolute Mehrheit.

Diese beiden Tabellen sind nur zwei besonders prägnante Beispiele für viele. Die Regelmäßigkeit der zweifelhaften Fälle liegt hier auf der Hand, und man kann sie nicht schlechthin als Fehler bezeichnen und ohne Beachtung lassen, sondern muß sie in eine spezielle Rubrik aufnehmen. Dabei werden die Kurven um so regelmäßiger, je exzentrischer die untersuchte Netzhautstelle liegt. Ungefähr bis zum blinden Fleck konnte dagegen trotz größter Mühe keine Regelmäßigkeit festgestellt werden. Relativ die beste Regelmäßigkeit zeigt die Häufigkeitskurve für das zentrale Sehen:

Kurve III (foveal. Seh. l. Aug.), Vp. Reiss, Dunkeladapt. Häufigkeit in %:

Bogenminuten	10′ 29″	9′	7′ 36″	6′ 12″	4′ 51″
Sichere Zweiheit 2	100	40	10	2	0
Unsicherheit ?	0	60	75	48	100
Sichere Einheit 1	0	0	15	50	100

Bei der Untersuchung trachtete ich, die Grenzwerte für die sichere Einheit und die sichere Zweiheit zu bekommen. Die ganze Strecke, die zwischen den beiden Schwellen der Sehschärfe und sozusagen »Sehstumpfheit« liegen, nenne ich die Zone der Unbestimmtheit. Dabei sind die Urteile als solche wohlgemerkt keineswegs schwankend.

Wenn wir die Kurve IV (Fig. 3) ansehen, so bemerken wir, daß ungefähr bei 20 Grad Exzentrizität sich das Gebiet sehr ergiebig erweitert. Man könnte glauben, daß die Einheitsurteile zunehmen. Dies ist aber nicht der Fall. Die Einheitskurve steigt im Verhältnis zu der Zweiheitskurve sogar bedeutend langsamer, nur die Zone der Unbestimmtheit breitet sich immer mehr aus. Diese besondere Tatsache muß hervorgehoben werden. Sie ist, wie ich oben erwähnte, mit der Zunahme der absoluten Schwelle überhaupt verbunden und zeigt, daß nicht nur die Schwelle schlechthin, sondern alle psychophysischen Urteilsgebiete (also auch die Unsicherheitsregion) eine Proportionalität zur gesamten Ursache der Schwellenvergrößerung besitzen, ähnlich wie z. B. nach dem Weberschen Gesetze zur Reizintensität. Ich bin

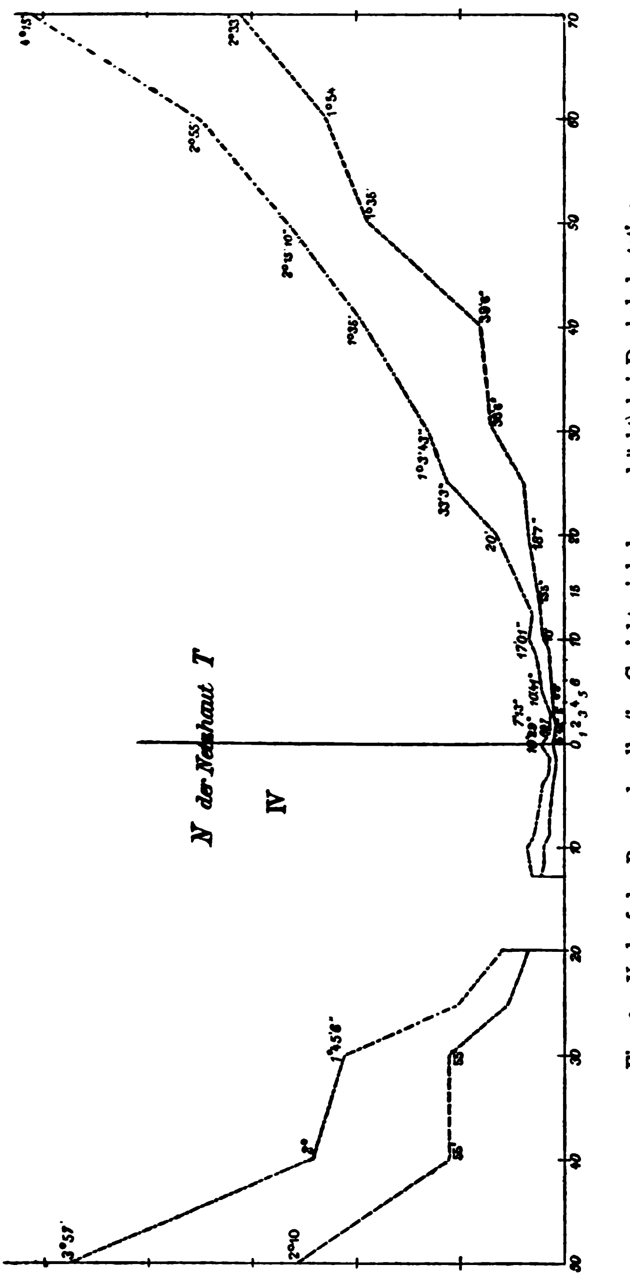


Fig. 3. Verlauf der Raumschwelle (im Gesichtswinkel ausgedrückt) bei Dunkeladaptation.

—·—·— Sichere Zweiheit.

——— » Einheit.

Beob. **Reiss** (1. Aug.). Horiz. Meridian

sicher, daß man sogar den Proportionalitätskoeffizienten berechnen könnte; man müßte nur ein größeres Zahlenmaterial zur Verfügung haben. Auf dem Gebiete des Tastsinnes wäre es bedeutend leichter, diese Untersuchung der »Zone der Unbestimmtheit« anzustellen. Während man beim Gesichtssinn in einer Stunde höchstens 20—30 Versuche machen kann, gelingen beim Tastsinn mindestens 100. Für die numerische Darstellung der Sehschärfe habe ich die Zweiheitsurteile gewählt. Sie sind nämlich mehr als die Einheitsurteile den »deutlichen« Urteilen der Leseprobemethode, welche dort das Maß der Sehschärfe abgeben, verwandt.

Die Sehschärfe des dunkeladaptierten Auges im Vergleich mit dem helladaptierten.

I. Die Sehschärfe des dunkeladaptierten Auges hatte in den peripheren Teilen der Netzhaut wesentlich andere Beträge, als nach den Fickschen Resultaten zu erwarten gewesen wäre. Anfangs glaubte ich, daß meine Versuchspersonen vielleicht unvollkommen adaptiert seien. Ich verlängerte also die Voradaptation bis zu einer Stunde. Dabei stellte sich zunächst heraus, daß das Auge nach einer halben Stunde noch kleine Veränderungen seiner Sehschärfe in der Tat erfuhr. Die Fickschen Resultate konnte ich aber trotzdem nicht erhalten. Die meisten Resultate, sowie alle Kurvendarstellungen, beziehen sich auf den horizontalen Meridian. Sie stammen aus den Beobachtungen des Herrn Reiss mit dem linken Auge. Sein rechtes Auge war ziemlich stark myopisch und hatte deshalb höhere Raumschwellen, während im übrigen der Verlauf der Kurve fast derselbe war. Die Beobachtungen anderer Versuchspersonen zeigen keine wesentlichen Abweichungen von der in Fig. 4 gezeichneten Kurve. Nur in einem Punkte stimmt die Kurve der reziproken Sehschärfe bei Dunkeladaptation mit den Fickschen Resultaten überein[1]). Die Sehschärfe der dunkeladaptierten macula lutea hat einen geringeren Wert als die unmittelbar anschließende Peripherie, die sog. parazentrale Region, wie man aus folgenden Zahlen ersieht:

[1]) Auch mit den Ergebnissen Blooms und Gartens, Archiv f. ges. Psychologie Bd. 22, 5.

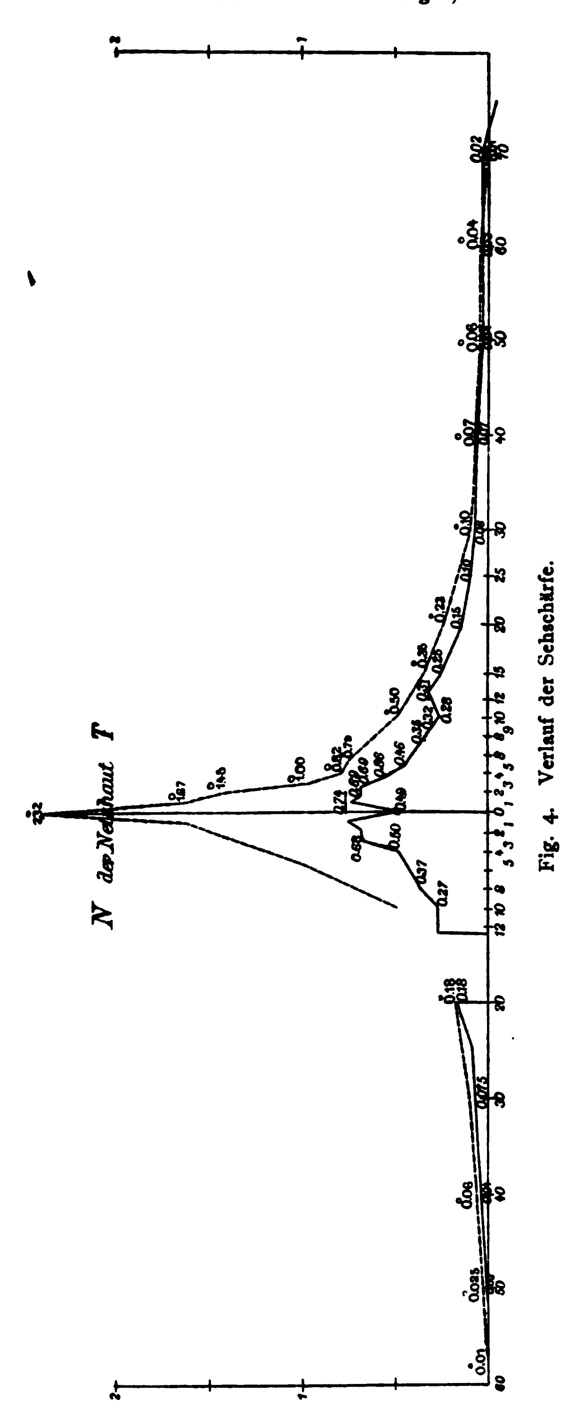


Fig. 4. Verlauf der Sehschärfe.

——— Bei Dunkeladaptation

—·—·— Bei Helladaptation

Einheit der Sehsch. = 5 (nach Snellen)

Beob. Reiss (l. Aug.). Horiz. Meridian.

Exz.	Sehsch.
0°	0,49[1])
1°	0,74
2° u. 3°	0,69
4°	0,56
5°	0,46

Nachdem dann die Kurve bei 5 Grad die Sehschärfe des gelben Flecks wieder erreicht, geschieht der Abfall ziemlich rasch bis 12 Grad, dann langsamer, von 20 Grad bis zu 70 Grad temporal[2]), bis zu 50 Grad nasal. Die beste Sehschärfe also zeigt das dunkeladaptierte Auge zwischen $^1/_2$ Grad und $1\,^1/_2$ Grad.

Bei 12 Grad steigt die Kurve wieder etwas, vermutlich weil zwischen 12 Grad und 20 Grad wegen des blinden Fleckes die Aufmerksamkeit nur einseitig in Anspruch genommen wird. Einseitig zu beobachten waren die Versuchspersonen nicht gewohnt, und eine Ausgleichung durch unsymmetrische Einstellung der Lampen hätte andere Komplikationen mit sich gebracht.

In Fig. 3 sind die Beträge der Einheits- und Zweiheitsschwelle für die einzelnen Netzhautstellen dargestellt. Es könnte noch eine Unsicherheitskurve dargestellt werden, welche diejenigen Punkte verbindet, an denen das Unsicherheitsurteil am häufigsten gefällt wurde. Nach den bisherigen Versuchen aber könnte ich nur den hypothetischen Verlauf feststellen: Zuerst hält sie sich bis zu 12 Grad ziemlich in der Mitte, dann bis zu 30 Grad nähert sie sich der Zweiheitskurve; nach 30 Grad bis 70 Grad läuft sie näher der Einheitskurve.

II. Die Helladaptationskurve (Fig. 4 Zahlen durch eine Marke ° gekennzeichnet) ist nun hiervon nicht eigentlich prinzipiell verschieden; sie ist nur in ihrem ganzen Verlauf der Dunkeladaptationskurve überlegen, nur 70 Grad temporal sinkt sie etwas darunter. Von 50 Grad bis 70 Grad temporal fällt sie überhaupt steiler ab. Nasal

---

[1]) Um den Versuchen mit den Leseproben näher zu kommen, reduzierte ich die Einheit der Sehschärfe nach Snellen auf 5, so daß ein unmittelbarer Vergleich der Resultate möglich ist.

[2]) Ich behalte die Benennung der Physiologen zur besseren Verständigung bei. Unter temporal wird also die temporale Seite, unter nasal die nasale Seite der Netzhaut verstanden.

ist sie hingegen der dunkeladaptierten um vieles überlegen: das dunkeladaptierte Auge unterscheidet über 50 Grad überhaupt nichts mehr, das helladaptierte dagegen noch bei 60 Grad; nur bei 20 Grad treffen die beiden Kurven zusammen. An dieser Stelle ist die nasale Seite der temporalen sehr überlegen.

Numerische Beträge der Sehschärfe.

	nasal						zentral	temporal						
Helladapt.	0,01	0,025	0,06	0,10	0,18	0,30	2,32	0,30	0,35	0,10	0,07	0,06	0,04	0,01
Dunkeladapt.	—	0,02	0,04	0,075	0,18	0,27	0,49	0,28	0,25	0,08	0,069	0,04	0,03	0,02
Exzentrizität	60°	50°	40°	30°	20°	10°	—	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°

Alle diese Zahlen beziehen sich auf den horizontalen Meridian. Die Sehschärfe in den diagonalen Meridianen ist, soweit ich aus nicht gar zu vielen Beobachtungen ersah, schlechter; relativ am schlechtesten vertikal unter dem Horizont. Hier ist die Beobachtung sehr schwer und kaum bis über 40 Grad hinaus möglich.

Die Untersuchung von Fick und Köster[1]) zeigt ganz davon abweichende Resultate. Die Sehschärfe der Helladaptation ist bei ihnen allerdings nicht wesentlich verschieden; die der Dunkeladaptation ist hingegen eine ganz andere. Sie ist in der Peripherie fast konstant und liegt zwischen 0,03 und 0,04. Im Zentrum ist sie fast Null. Daraufhin hat Fick[2]) die Theorie der Stäbchen- und Zapfensehschärfe konstruiert, die auf den Erwägungen von v. Kries basierte. Diese Versuche waren aber mit der Leseprobenmethode angestellt, deren Fehler oben genügend hervorgehoben wurden. Daß deshalb die Sehschärfe bei meinen Beobachtern höher sei, war vorauszusetzen. Auch kam dem die größere Übung meiner Versuchspersonen zu Hilfe. Was die Zapfen- und Stäbchensehschärfe anbelangt, so verweise ich übrigens auf die Kritik Wundts[3]) in der Physiologischen Psychologie. Das Ergebnis meiner Arbeit bildet aber für die dort ausgesprochenen Gegeneinwände eine kräftige Stütze.

---

[1]) Fick, Über Stäbchen- und Zapfenschärfe. Gräfes Arch. B. 45. Köster, Zentralbl. f. Physiol. 1896.

[2]) Vgl. Wundt, Ph. Ps. 5. Aufl. Bd. 2 S. 506, wo die Kurve abgebildet ist.

[3]) 5. Aufl. Bd. 2 S. 580.

Ergebnisse der erweiterten Untersuchung.

a) Ausgleich der Helligkeit auf subjektive Gleichheit[1]). Diese Untersuchungen unternahm ich in Gemeinschaft mit Herrn Prof. Wirth. Nachdem alle früheren Resultate, sowohl für Peripherie und Zentrum mit zunehmender Exzentrizität bei objektiv gleicher Helligkeit gewonnen worden waren, wobei die Objekte subjektiv immer heller wurden, war dieser Überschuß hier durch einen Episkotister vor den Strichpaaren ausgeglichen. Die individuellen Unterschiede zwischen Prof. Wirth und Reiss waren minimal, obwohl der Episkotister bei 10 Gr. seitwärts auf ca. 130 Gr., bei 50 Gr. auf ca. 240 Gr. eingestellt wurde. Hierbei erwies sich nun die Sehschärfe als noch etwas geringer.

b) Einfluß der Übung (Fig. 5). Jede Versuchsreihe schloß in sich 130 Einzelversuche ein; von diesen wurden die ersten dreißig als

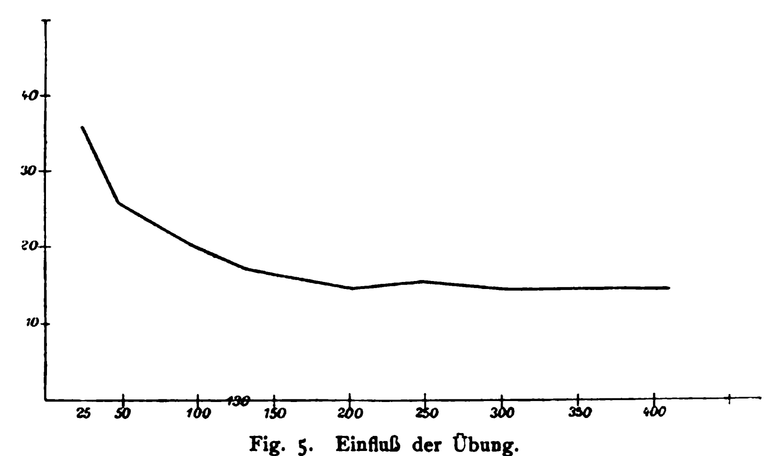


Fig. 5. Einfluß der Übung.
Abszisse: Ordnungszahl der Versuche. Ordinate: Schwelle in Minuten.
Beob. Reiss (10° temp., l. Aug.). Horiz. Meridian.

Gewöhnungsversuche ausgeschaltet und nur von hundert die Mittelwerte genommen. Mit zwei Beobachtern machte ich bei 10 Grad Exzentrizität etwa 130 Versuche. Bei Herrn Reiss war hier nach 25 Versuchen die Sehschwelle 36′, beim 130. Versuche sank sie auf 17′ 30″, bei 400 Versuchen auf 15′. Die größte Übung war nach

[1]) Vor mir arbeiteten nach diesem Prinzip nur Bloom und Garten in der oben zitierten Untersuchung.

250 Versuchen (100% Besserung) zu verzeichnen, dann blieb sie auf demselben Niveau.

c) Einfluß der Ermüdung. Fig. 6 Kurve *A* zeigt die Ermüdung nach 2½ Stunden während der Dunkeladaptation. Die erste Stunde ermüdet fast garnicht; die zweite hingegen beträchtlich. In der dritten Stunde aber ist die Versuchsperson überhaupt nicht mehr imstande zu beobachten. Dagegen zeigt die Kurve *B*, daß die Ermüdung bei

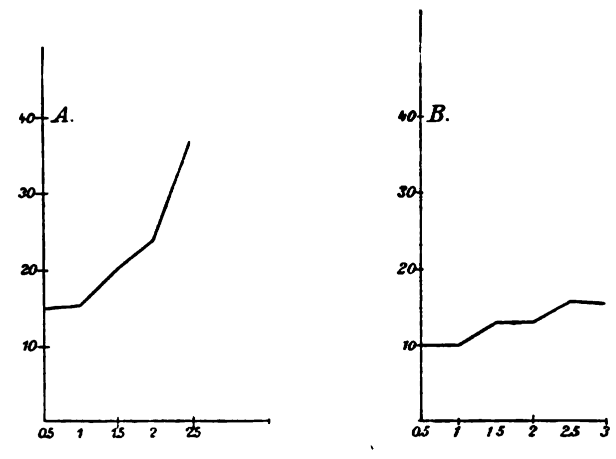


Fig. 6. Einfluß der Ermüdung.
Abszisse: Dauer der Versuche in Stunden. Ordinate: Schwelle in Minuten.
Beob. Reiss (10° Temp., 1. Aug.). Horiz. Meridian.

der Helladaptation ganz anders verläuft und wesentlich geringer ist. Somit ist das Tageslicht sowohl für die Sehschärfe, wie für die Ausdauer am günstigsten. Das helladaptierte Auge ist daher auch in diesem Sinne nicht als ein »ermüdetes« im Gegensatz zu dem dunkeladaptierten zu bezeichnen[1]).

Zusammenfassung.

1) Die Sehschärfe des helladaptierten Auges ist bedeutend größer als die des dunkeladaptierten, und die Ermüdung des helladaptierten Auges viel geringer als die des dunkeladaptierten.

[1]) Über den kleinsten Sehwinkel habe ich nur in ein paar Stunden Versuche angestellt. Sie bestätigten vollständig die Beobachtung Wülfings. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung behalte ich mir für eine weitere Arbeit vor.

2) Bei gleicher subjektiver Helligkeit ist die Sehschärfe in der Peripherie noch um ein Minimum herabgesetzt.

3) Die Übung kann unter Umständen die periphere Sehschärfe bedeutend verbessern.

4) Die Unsicherheitsurteile zeigen einen ähnlich regelmäßigen Verlauf wie die Einheits- und Zweiheitsurteile.

5) Der Verlauf der Sehschärfe zeigt eine »Zone der Unbestimmtheit«, deren Änderungen den Änderungen der Schwelle selbst annähernd proportional sind.

6) Die vorliegenden Versuche haben keinen Beweis für eine spezifische Zapfen- oder Hellsehschärfe und Stäbchen- oder Dunkelsehschärfe geliefert.

Literatur.

Wundt, Physiologische Psychologie 5. Aufl. Bd. II S. 501/9.

Aubert, Physiologie d. Netzhaut.

Helmholtz, Physiologische Optik 2. Aufl.

v. Kries, Über die absolute Empfindlichkeit der verschiedenen Netzhautteile im dunkeladaptierten Auge. (Zeitschr. für Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane Bd. 15.)

——, Über die Abhängigkeit zentraler und peripherer Sehschärfe von der Lichtstärke.

Köster, Über Stäbchen- und Zapfensehschärfe. Zentralbl. für Physiologie 1896.

Fick, Über Stäbchen- und Zapfensehschärfe. (Gräfes Archiv Bd. 45 S. 336, J. 1898.)

Becker, Über die Sehschärfe, 1883 (In.-Diss.).

Buttmann, Untersuchungen über Sehschärfe. Freiburg 1886.

Bloom u. Garten, Sehschärfe des hell- und dunkeladaptierten Auges. Pflügers Archiv f. die ges. Physiologie Bd. 72.

Wülfing, Über den kleinsten Gesichtswinkel. (Zeitschr. f. Biologie Bd. 11, 1893.)

Loria, Untersuchungen über das seitliche Sehen (Cracovie 1904. Extrait du Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie).



Kleine Mitteilungen.

Der Einfluß der Erwartungszeit auf die Reaktionsvorgänge.

Vorläufige Mitteilung

von

Guido della Valle.

Mit 2 Figuren im Text.

Über den Zusammenhang der Reaktionsvorgänge mit den allgemeinen Gesetzen der Aufmerksamkeitsbewegungen liegen bisher nur spärliche Untersuchungen vor[1]). Es handelt sich dabei um folgende Frage: Wenn die Apperzeption oder die Aufmerksamkeit ihrer eigenen Natur nach periodisch ist, und wenn die Reaktionszeiten ein mehr oder minder treues Abbild der Spannung der Aufmerksamkeit darstellen, so liegt der Gedanke nahe, bei Konstanz der sonstigen Bedingungen werde jeder Erwartungszeit eine besondere Geschwindigkeit der Reaktion entsprechen. Ist es somit möglich, mittels der Reaktionszeit diesen Verlauf festzustellen? Die folgenden auf Vorschlag von Herrn Geheimrat Wundt im Sommersemester 1906 ausgeführten Versuche beziehen sich auf diese Frage. Damit sich der Apperzeptionszustand für die entsprechenden Abschnitte der Erwartungszeiten, die bei den Einzelversuchen wechselten, vom Vorsignal ab immer möglichst gleichartig entwickele, war dem Reagenten diese Zwischenzeit zwischen dem Vorsignal (einem Glockenzeichen) und dem akustischen Hauptreiz (einem Hammerschlag) niemals im voraus bekannt. Die unvermeidlichen Nebeneinflüsse der Intervalle bei den unmittelbar vorhergehenden Versuchen wurden durch einen geeigneten Wechsel der Erwartungszeiten möglichst kompensiert. Diese Intervalle waren Vielfache der halben Schwingungszeit eines Pendels von je 925 σ, einschließlich des zu vernachlässigenden Überschusses der Fallzeit des Hammers über die des Glockenhebels. Um eine möglichst konstante und ruhige Ausgangslage der Aufmerksamkeit in jedem Versuche zu erlangen, gab der Reagent dem Experimentator (durch Umlegen des Stromwenders im Chronoskop-

[1]) Was die Fragestellung betrifft, vgl. Wundt, Phys. Psych. III [5], S. 434 ff. Über die Literatur des Gegenstandes vgl. auch Dwelshauwers, Phil. Stud. VI, S. 217 ff. und Alechsieff, Phil. Stud. XVI, S. 25 ff.

stromkreis) jedesmal ein Zeichen seiner Bereitschaft, worauf das Vorsignal sogleich die eigentliche Erwartungszeit einleitete.

Bezüglich der Anordnung der Versuche sei hier nur erwähnt, daß ein schweres, durch elektromagnetischen Betrieb konstant schwingendes Pendel (mit Schneidelagerung) bei jedem Durchgang durch seine Gleichgewichtslage einen Kontakt unterbrach, der bei geeigneten Umschaltungen seitens des Experimentators bei einem beliebigen Pendeldurchgange entweder die

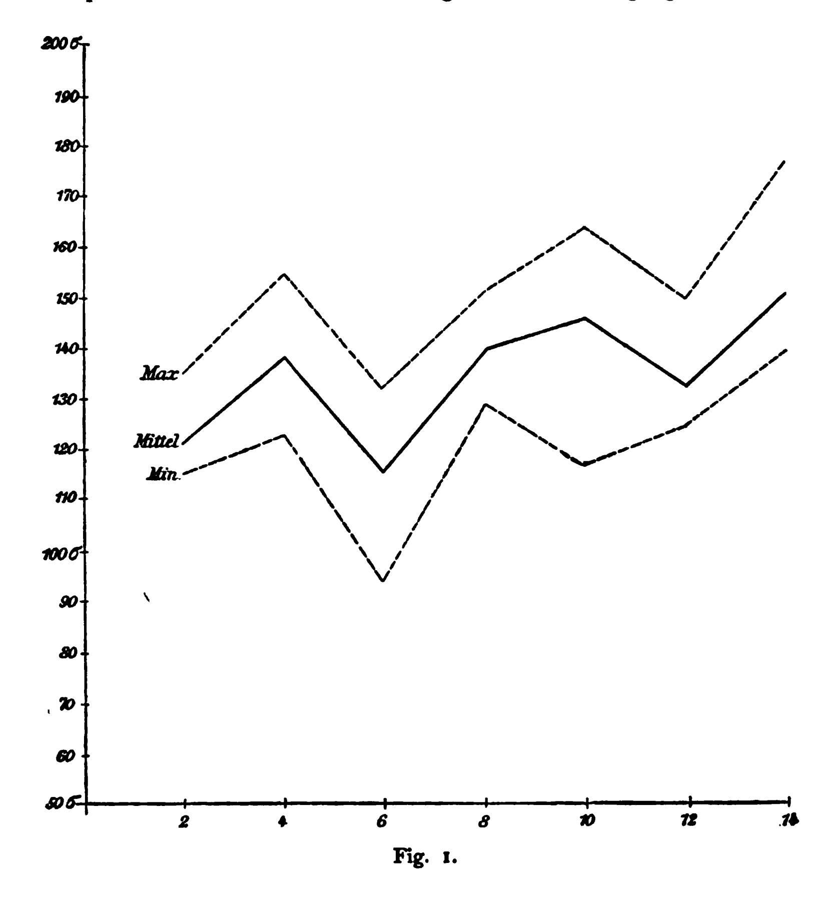


Fig. 1.

Glocke oder den Hammer im entfernten Reaktionsraume auslösen konnte. Der Hammer schloß dann in der bekannten Weise die Nebenschließung in der Anordnung eines älteren Hippschen Chromoskopes, dessen konstanter Fehler durch geeignete Federspannung und Stromstärke für 270 σ auf Null reduziert und fortgesetzt sorgfältig kontrolliert wurde. Es beteiligten sich 7 Reagenten, von denen für jede einzelne Erwartungszeit je 10 bis 12 Reaktionen gewonnen wurden. Zwischen die Einzelversuche war immer eine kleine Pause eingeschaltet, teils um den Einfluß kurz

vorhergehender Intervalle herabzusetzen, teils um den Reagenten zu gestatten, ihre Selbstbeobachtungen zu Protokoll aufzuzeichnen. Diese bezogen sich vor allem auch darauf, ob die Reaktion mehr sensoriell oder muskulär erfolgte. Es war nämlich hier nicht eine der beiden Formen besonders vorgeschrieben, sondern es wurde nur die tatsächliche Einstellung im Momente der Reaktion nachträglich festgestellt. Überhaupt zeigte sich, daß die Aufmerksamkeit während der längeren Erwartungszeiten niemals konstant fixiert bleiben konnte, sondern zwischen dem Reiz und der Bewegung hin- und herging.

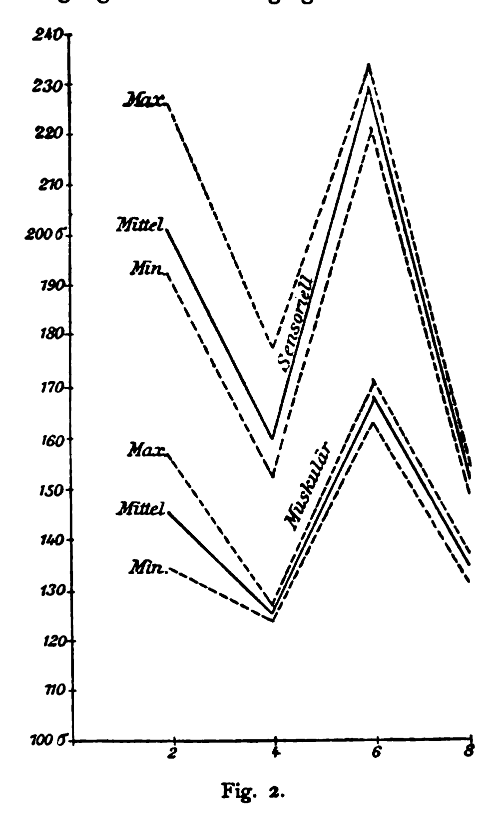


Fig. 2.

Die Reaktionzeiten sind im allgemeinen größer, als sie sonst bei Schallreizen nach längerer Einübung gefunden werden. Dies beruht wohl hauptsächlich auf der Unwissentlichkeit hinsichtlich des Intervalles nach dem Vorsignal und auf seinem Wechsel innerhalb eines größeren Variationsbereiches. War die Zeit länger oder kürzer, als durch besondere Umstände einmal zufällig erwartet worden war, so fiel die Reaktionszeit noch länger aus.

Hinsichtlich des Einflusses der Erwartungszeit läßt nun die folgende Tabelle eine oszillatorische Entwicklung erkennen, deren Periode

ca. 4 Sek. beträgt. Die Amplitude der Schwankung greift über die Breite der Streuung, die durch den Maximal- und Minimalwert neben dem arithmetischen Mittel gekennzeichnet ist, meistens hinreichend deutlich hinaus. Auch fügen sich die an verschiedenen Tagen abgeleiteten Werte für ein bestimmtes Intervall dieser Periode einheitlich ein. Dabei ist ein steigender und ein fallender Typus zu erkennen, je nachdem die Kurve im ersten Teil der Periode nach dem Vorsignal und den analogen späteren Abschnitten steigt oder fällt. Der Verlauf bei Reagenten II (Fig. 1) zeigt die erste, bei IV (Fig. 2) die zweite Form. Die Zerlegung der Reaktionen in sensorielle oder muskuläre bringt hierin keinen deutlichen Unterschied mit sich, so daß die beiderseitigen Einzelkurven einen parallelen Verlauf in verschiedener absoluter Höhe zeigen können, wie beim Reagenten IV (Fig. 2). In beiden Figuren sind die Einheiten der Ordinaten in σ ($1\sigma = 0{,}001$ Sek.) angegeben, die Einheiten der Abszissen, welche die Zeitdistanzen zwischen Signal und Hautreiz messen, entsprechen je 0,925 Sek.

Zusammenfassung der Reaktionszeiten.

Zwischenzeit in Einheiten zu 925 σ	I) Stephanow (s. und m. Reaktionen)		II) Dr. Dohrn (s. R.)		III) Dr. Bazala (s. R.)		IV) Dr. Fischer (s. und m. R.)		V) Deuchler (nat. R. mit s. Neigung)		VI) Clement (nat. R. mit den beiden Neigungen)		VII) Dr. Cords (nat. R.)	
	m. W.	Abweichungs-gebiet	m. W.	A. G.	m. W.	A. G.	m. W.	A. G.	m. W.	A. G.	m. W.	A. G.	m. W.	A. G.
1	s. 260	254—286	—	—	175	155—217	—	—	—	—	—	—	—	—
2	s. 270	231—294	121	115—135	186	150—221	200	192—226	200	160—220	310	288—340	121	98—145
	m. 150	141—159	—	—	—	—	145	134—156	—	—	250	234—268	—	—
3	s. 280	256—305	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	m. 200	191—212	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	s. 308	287—335	139	123—155	200	170—235	160	154—178	240	170—280	350	344—363	152	110—181
	m. 235	226—255	—	—	—	—	126	124—128	—	—	270	234—307	—	—
6	s. 265	251—285	115	92—132	170	155—178	230	221—235	230	180—260	320	294—340	140	100—155
	m. —	—	—	—	—	—	169	164—173	—	—	220	197—255	—	⊥
8	s. 239	215—254	130	119—141	—	—	150	147—153	240	200—290	—	—	163	130—196
	m. —	—	—	—	—	—	134	130—136	—	—	—	—	—	—
10	s. 310	303—326	145	117—164	—	—	—	—	231	220—240	—	—	150	120—187
	m. 230	223—240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	s. 321	315—325	132	125—150	—	—	—	—	249	200—290	—	—	138	112—159
14	—	—	151	140—178	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

In Sachen der optischen Tiefenlokalisation von Doppelbildern

von

Dr. R. A. Pfeifer.

In einer von Dr. Paul Hoefer verfaßten Abhandlung[1]: »Beitrag zur Lehre vom Augenmaß bei zweiäugigem und bei einäugigem Sehen« hat Professor Tschermak an der von mir veröffentlichten Arbeit: »Über Tiefenlokalisation von Doppelbildern«[2]) Kritik geübt. Es würde für mich kein Anlaß bestehen, auf diese Bemerkungen, die der Hoeferschen Arbeit in Form einer Fußnote angehängt sind, hier näher einzugehen, wenn nicht Tschermak darin gegen mich den Vorwurf der Unsachlichkeit und in gewissem Sinne sogar der Oberflächlichkeit erhoben hätte. Die folgenden Ausführungen werden zeigen, daß dieser Vorwurf lediglich von einem augenscheinlich auf flüchtiger Lektüre beruhenden Mißverständnis der entscheidenden Stellen meiner Arbeit herrührt.

1) Tschermak sagt: »Pfeifer findet bei sukzessiver Beobachtung zweier in gekreuzten Doppelbildern erscheinender, punktförmiger Objekte und bei festgehaltener Fixation ... **gleichfalls** eine angenäherte ‚Richtigkeit' der subjektiven Gleichung bei beträchtlicher subjektiver Bestimmtheit« usf. — Dieser Satz ist unzutreffend. In meiner gesamten umfangreichen Arbeit findet sich nicht ein einziges Experiment beschrieben oder in den Ergebnissen mitgeteilt, in welchem zwei Doppelbilder in dem Sinne miteinander verglichen worden wären, wie es Tschermak hier behauptet. Das prinzipiell Neue meiner Untersuchungsmethode, den Ort der Doppelbilder quantitativ zu bestimmen, besteht vielmehr darin, daß in allen Fällen das binokulare Doppelbild eines punktförmigen Objektes hinsichtlich seiner Tiefenlokalisation verglichen wird mit einem fixierten und daher stereoskopisch einfach gesehenen, punktförmigen Objekt. Das von mir gewählte Versuchsverfahren (eine Spiegelungsmethode) setzt also als integrierenden Bestandteil einen Wechsel der Fixation zwischen der Gewinnung der zu schätzenden Halbbilder und der Betrachtung des einfach gesehenen Vergleichsobjektes voraus, während in der Tschermak-Hoeferschen Arbeit[3]), die Tschermak zitiert, die subjektive Gleicheinstellung bei festgehaltener Fixation zwischen zwei beiderseits doppelt gesehenen Objekten vorgenommen

[1]) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie Bd. 115.
[2]) Psychologische Studien Bd. 2, Heft 3/4.
[3]) A. Tschermak und P. Hoefer, »Über binok. Tiefenwahrnehmung auf Grund von Doppelbildern«, Pflügers Archiv Bd. 98.

wurde. Aus diesem Grundirrtum heraus nur ist es begreiflich, daß Tschermak in meiner Arbeit die Hervorhebung »weitgehender Analogieen« zu seiner (etwas früheren) Arbeit vermißt und meine Arbeit für die Fortsetzung einer von ihm ausgeführten Untersuchung zu halten scheint.

2) Meine soeben skizzierte Methode läßt nun sogleich erkennen, daß ich in der Tat eine Kontrolle der »Richtigkeit« der Tiefenschätzung doppelt gesehener Objekte durchführen konnte, sofern man die Schätzung bei direkter Fixation als Norm annimmt. Eine bloße Gleicheinstellung zwischen beiderseits doppelt gesehenen Objekten und die hierbei gefundene mittlere Variation sowie die Schätzungsdifferenz lassen hingegen auf die »Richtigkeit« der Lokalisation (in der nächstliegenden Bedeutung des Wortes) nicht den geringsten Schluß zu. Da nun aber gleichwohl Tschermak sowohl in seiner jetzigen Notiz als besonders auch in seiner früheren Arbeit Anspruch darauf erhebt, über die »Richtigkeit« der Doppelbildtiefenlokalisation auf Grund seiner Experimente etwas aussagen zu können, so hätte ich sogar meinerseits Ursache zu einer Kritik der Tschermak-Hoeferschen Arbeit in diesem Punkte gehabt.

3) Wenn man die verschiedenen von mir ausführlich beschriebenen Inversionsmöglichkeiten, vor allem die partiellen Inversionen und die von mir gefundene, weitgehende »Unrichtigkeit« sowohl der gekreuzten als besonders der ungekreuzten Doppelbilder berücksichtigt, so wird man der weiteren kritischen Bemerkung Tschermaks, daß er bezweifle, ob »die Beziehung der Halbbilder auf ein gemeinsames Objekt« unter ungefähr richtiger Lokalisation durch Übung usw. aufgehoben werden könne, keine weitere Bedeutung beimessen können. In dieser irrigen Ansicht liegt übrigens teilweise zugleich die Erklärung für die unzutreffenden Rückschlüsse, die er auf die »Richtigkeit« der Doppelbildtiefenlokalisation ziehen zu können glaubt, während doch seine Vergleichsmethode ihrem Wesen nach die Frage gar nicht entscheiden konnte.

---

g. 6.

Fig. 9.

eipzig

Über Ausfrageexperimente und über die Methoden zur Psychologie des Denkens.

Von

W. Wundt.

---

1. Allgemeiner Charakter der Ausfragemethode.

Die experimentelle Methode, die ich im folgenden in ihrem Verhältnis zu den allgemeinen Prinzipien der experimentellen Forschung sowie zu den speziellen Eigentümlichkeiten des psychologischen Experimentes zu besprechen gedenke, ist im ganzen neueren Datums. Sie scheint sich aber in jüngster Zeit in manchen psychologischen Kreisen einer steigenden Beliebtheit zu erfreuen; und da sie sich anheischig macht, namentlich auch über jene komplexen psychischen Vorgänge, die bis dahin der direkten experimentellen Untersuchung unzugänglich gewesen sind, wie die höheren intellektuellen Funktionen, die Herrschaft des Experimentes auszudehnen, so ist vielleicht zu erwarten, daß diese Beliebtheit noch weiterhin zunehmen wird. Das um so mehr, als die instrumentellen Hilfsmittel, deren man bei dieser Methode bedarf, im Gegensatz zu dem komplizierten Apparat, dessen wir uns meist schon bei den elementaren Problemen der Psychologie bedienen, außerordentlich einfacher Art sind. Denn die Ausfragemethode hat gar keine Apparate nötig. Sie bedarf nur eines Experimentators und einer Versuchsperson. Wenn daneben gelegentlich noch äußere Hilfsmittel herbeigezogen werden, wie z. B. eine Uhr, um die Zeit eines Versuches zu bestimmen, so spielt dies nur eine unwesentliche Rolle, wie denn auch diese Dinge in manchen Versuchen ganz hinweggeblieben sind. Je größer aber dadurch die Vorzüge der Methode erscheinen mögen, ihre Anwendbarkeit auf die schwierigsten Probleme auf der einen und ihre außerordentliche Ein-

fachheit auf der anderen Seite, um so nötiger scheint es mir, daß man sich einmal über ihr Wesen, über ihr Verhältnis zur experimentellen Methode überhaupt sowie zu den besonderen Bedingungen, die die Psychologie der Anwendung des Experimentes entgegenbringt, Rechenschaft gebe, um danach die Zuverlässigkeit und die etwaige Tragweite dieser neuen Methode ermessen zu können. Vielleicht ist es auch deshalb nützlich, diese Frage in nähere Erwägung zu ziehen, weil die experimentelle psychologische Methodik zwar nach ihrer technischen Seite und mit Rücksicht auf gewisse einzelne Aufgaben, wie die der »psychischen Maßmethoden«, der »Methoden der Gedächtnisforschung« u. a., schon vielfach die Psychologen beschäftigte, die ganz allgemeine Frage aber, inwiefern die Übertragung des bis dahin nur in der Naturforschung geübten und demnach für naturwissenschaftliche Zwecke ausgebildeten Experimentes bei dessen Herübernahme in die Psychologie eigentümlichen Bedingungen begegne, wenig Beachtung gefunden hat. Manche Psychologen scheinen es für selbstverständlich zu halten, daß das Experiment im einzelnen zwar stets nach dem Problem sich richten müsse, auf das es angewandt wird, daß jedoch der allgemeine Charakter der experimentellen Methode überall der gleiche sei, so daß sie bei ihrer Übertragung in die Psychologie keine wesentlichen Änderungen erfahre. Bisweilen scheint man auch der Ansicht zu sein, ein Experiment sei überhaupt jede beliebige mehr oder minder künstlich veranstaltete Einwirkung zu nennen, ohne daß dabei die alten Baconischen Regeln der planmäßigen Variation der Bedingungen, der wo möglich gradweisen Abstufung der Einwirkungen u. a. eine besondere Beachtung verdienten. Namentlich die »hypnotischen Experimente«, die ja gleichfalls in das psychologische Gebiet hineinreichen, und die in den meisten Fällen in einem ziemlich planlosen Herumprobieren bestehen, haben wohl das ihrige dazu beigetragen, den Begriff des Experimentes in jenem unbestimmten Sinn zu erweitern, in dem er von dem strengen Begriff der experimentellen Methode, wie ihn besonders die Physik ausgebildet hat, so gut wie nichts mehr enthält.

Um nun die »Ausfrageexperimente« in ihrem Verhältnis zu diesen so verschiedenen Bedeutungen, die der Begriff des Experimentes teils in seinem streng wissenschaftlichen, teils in jenem erweiterten Ge-

brauch angenommen hat, sowie zu den speziellen Bedingungen, die die Psychologie ihm entgegenbringt, näher zu prüfen, wird es nötig sein, zunächst den hier gebrauchten Ausdruck »Ausfrageexperimente« zu definieren, da das Wort allein natürlich den ganzen Inhalt des Begriffs nicht erschöpfen kann. Eine solche nähere Erklärung ist um so notwendiger, als dieses Wort hier meines Wissens zum erstenmal gebraucht wird. Ich habe es gewählt, weil es mir wünschenswert schien, dieses ganze, nachgerade eine ziemlich große Zahl von Anwendungen umfassende, aber bisher mit keinem besonderen Namen benannte Verfahren durch ein Wort zu bezeichnen, das auf das wesentliche und allen jenen Anwendungen gemeinsame Merkmal hinweist. Ich glaube übrigens am besten zu tun, wenn ich hier, statt sofort eine abstrakte Definition zu versuchen, zunächst zwei Beispiele anführe, die den allgemeinen Charakter der Methode sowie die Richtung der von ihr bevorzugten Probleme erkennen lassen.

Erstes Beispiel. In seinen »Experimentell-psychologischen Untersuchungen über das Urteil« sucht K. Marbe die Begleiterscheinungen des Urteils, d. h. die während der Vorbereitung und Bildung eines solchen gleichzeitig durch das Bewußtsein schwebenden Empfindungen, Gefühle, Vorstellungen usw. auf folgende Weise zu ermitteln. Als Versuchsperson wird ein mit diesen psychologischen Begriffen vertrauter Beobachter gewählt. Ihm werden dann von dem Experimentator verschiedene, im einzelnen ihm vorher unbekannte Aufgaben gestellt, auf die er mit einem kurzen, in einer Gebärde, einem Ja oder Nein u. dergl. zu erledigenden Urteil zu reagieren hat. Es wird ihm z. B. aufgegeben, zwei Gewichte zu vergleichen und anzudeuten, welches er als das schwerere beurteilt, oder er hat auf einen Stimmgabelton aufzumerken und ihn dann in möglichst gleicher Tonhöhe nachzusingen; auch einfache Additionen ihm zugerufener Zahlen läßt man ihn ausführen, oder endlich auf bestimmte Fragen über Gegenstände des täglichen Lebens, über historische Tatsachen u. dergl. durch Gebärden, durch ein Ja oder Nein antworten oder sich die Antworten bloß innerlich denken. Nach jedem Versuch werden dann die in der Selbstbeobachtung wahrgenommenen psychischen Begleiterscheinungen protokolliert [1]).

[1]) K. Marbe, Experimentell-psychologische Untersuchungen über das Urteil. 1901. S. 15 ff.

Zweites Beispiel. In einer Abhandlung über »Gedanken« beschreibt K. Bühler Versuche, die nach folgendem Plan angelegt sind. Der Experimentator liest der Versuchsperson jedesmal einen mehr oder minder schwierigen Satz aus einem möglichst nach dem Geschmack und der Gedankenrichtung dieser Person ausgewählten Schriftsteller vor (z. B. aus Nietzsche, der Ebner-Eschenbach, Rückert). Die Versuchsperson hat dann mit Ja oder Nein zu antworten, wobei dieses Ja oder Nein je nach vorheriger Verabredung entweder bedeutet, daß sie den Gedanken des Satzes verstanden hat oder nicht verstanden hat, oder daß sie ihm zustimmt oder nicht zustimmt. Nach dem Versuch werden jedesmal die Erscheinungen protokolliert, die in der Selbstbeobachtung vorgekommen sind. Auch wird mit der Fünftelsekundenuhr die Zeit annähernd bestimmt, die zwischen Frage und Antwort verflossen ist[1]).

Diese Beispiele könnten noch durch manche andere vermehrt werden, in denen die gleiche Methode in verschiedentlich modifizierter Gestalt verwendet wurde. Aber es wird wohl an den zwei mitgeteilten genügen, die zugleich die Variationen der Methode veranschaulichen. Die Bezeichnung »Ausfragemethode« dürfte sich nach diesen Beispielen ohne weiteres rechtfertigen. In der Tat besteht ja der wesentliche Charakter der Methode darin, daß sie sich aus einer Frage und aus einer laut oder im stillen gegebenen Antwort auf diese Frage zusammensetzt, wobei diese Tätigkeiten zugleich derart verteilt sind, daß der Versuchsleiter die Fragen stellt und die Versuchsperson sie beantwortet. Hiernach folgt die Methode dem Schema jener zahlreichen psychologischen Versuche, bei denen ein Experimentator Reize auf einen Beobachter einwirken läßt und dadurch irgendwelche psychische Reaktionen bei diesem hervorruft. Somit kann auch in diesem Fall der fragende Versuchsleiter der Experimentator und die laut oder still antwortende Versuchsperson der Beobachter genannt werden, da es die in dem letzteren angeregten und von ihm selbst beobachteten Bewußtseinsvorgänge sind, die den eigentlichen Gegenstand der Untersuchung ausmachen. Anderseits kann man die »Ausfrageexperimente« auch als Selbstbeobachtungen definieren, die der Beobachter nicht willkürlich an sich vornimmt,

[1]) K. Bühler, Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge. I. Über Gedanken. 1907. (Würzburger Habilitationsschrift.)

sondern die in ihm durch eine von einer anderen Person gestellte Frage angeregt werden. Dieses Merkmal, die Anregung der Selbstbeobachtung von außen, unterscheidet die Ausfrageversuche wesentlich von der älteren Form der Selbstbeobachtung, bei der sich eine und dieselbe Person Fragen stellte, um sie zu beantworten. Praktisch hat sie zugleich ihr Vorbild in dem Examen, bei dem ja ebenfalls der beim einsamen Denken gelegentlich in einer Person stattfindende Wechsel von Frage und Antwort auf zwei Personen verteilt ist, auf den dem Versuchsleiter gleichenden Examinator und den als Versuchsperson fungierenden Examinanden. Sieht man sich aber nach den Analogien innerhalb der seitherigen experimentellen Methodik der Psychologie um, so nähern sich die Ausfrageexperimente offenbar am meisten den »Reaktionsversuchen«. Sie sind gewissermaßen Reaktionsversuche in stark vereinfachter Form: der Reiz, zu dem dort instrumentelle Zurüstungen für die genaue Abstufung seiner Qualität und Stärke und zum Behuf seiner zeitlichen Registrierung erforderlich sind, wird hier ersetzt durch die Frage des Versuchsleiters, die bloß mit dem natürlichen Hilfsmittel der Sprache ins Werk gesetzt wird; und die Reaktion der Versuchsperson, die bei den eigentlichen Reaktionsversuchen besondere Einrichtungen für die zweckmäßige Ausführung der reagierenden Bewegung und deren zeitliche Registrierung voraussetzt, geschieht wiederum ausschließlich mit den gleichen natürlichen Hilfsmitteln, deren wir uns auch im gewöhnlichen Leben zur Erteilung einer möglichst einfachen Antwort bedienen: mit einer Gebärde, einem Ja oder Nein u. dergl. Auf diese Weise werden die Ausfrageversuche zu »Experimenten ohne Instrumente«. Darin liegt natürlich nicht der allergeringste Einwand gegen diese Versuche. Mit den möglichst einfachen Mitteln das Vollkommenste zu erreichen, ist schließlich der Grundsatz aller experimentellen Methodik oder sollte es wenigstens sein. Daran kann auch die Tatsache nichts ändern, daß die »Reaktionsmethode« in ihren bisherigen Anwendungen die umständlichsten experimentellen Hilfsmittel forderte, obgleich die gestellten Probleme sehr einfacher Natur sind, während die Ausfragemethode gar keine instrumentellen Hilfsmittel nötig hat, obgleich sie sich mit den allerkompliziertesten psychologischen Fragen beschäftigt. Mag diese Tatsache merkwürdig erscheinen; an sich kann man sich ihrer, wenn die Ausfragemethode das

wirklich leistet, was sie zu leisten verspricht, nur um so mehr freuen. Ihre Deszendenz aus den Reaktionsversuchen verrät übrigens die Methode deutlich auch darin, daß sie gelegentlich in einer gewissen Kombination mit jenen zur Anwendung gekommen ist, indem man den Reagierenden bei jedem Versuch nach den dabei gemachten Selbstbeobachtungen befragte oder diese von ihm unaufgefordert protokollieren ließ [1]).

Ein Rudiment der bei den Reaktionsversuchen verwendeten komplizierten Zeitmessungsvorrichtungen ist denn auch bei manchen der Experimente nach der reinen Ausfragemethode darin zurückgeblieben, daß man nebenbei mit einfacheren Hilfsmitteln, z. B. mit der Fünftelsekundenuhr, die ungefähre Zeit, die zwischen Frage und Antwort verfließt, bestimmt. Aber diese Zeitmessung, die bei den Reaktionsversuchen eine Hauptaufgabe zu sein pflegt, wird hier so sehr zur Nebensache, daß sie hinwegbleiben kann, ohne daß dadurch die Methode eine irgend merkliche Einbuße erführe. Indem dergestalt die Ausfragemethode, obgleich sie zweifellos den Anspruch erheben kann, eine neue genannt zu werden, an vorhandene und längst geübte Methoden sich anschließt und unverkennbar sich aus ihnen entwickelt hat, wird es zweckmäßig sein, auch bei ihrer kritischen Prüfung zunächst die allgemeinen Anforderungen an ein experimentelles Verfahren zu Rate zu ziehen, wie sie sich unter den besonderen Bedingungen des psychologischen Experimentes, insonderheit infolge des Umstandes gestalten, daß jedes psychologische Experiment auf irgend einer Art von Selbstbeobachtung beruht oder eine solche als eine das Experiment begleitende Tätigkeit nötig macht.

---

[1]) Innerhalb gewisser Grenzen, namentlich mit Bezug auf die Richtung der Aufmerksamkeit, die begleitenden Empfindungen, Gefühle und Vorstellungen gehören hierher schon die älteren Reaktionsversuche, bei denen besonders G. Martius und G. Dwelshauvers diese Seite der Versuche betont haben. (G. Martius, Phil. Stud. Bd. VI, S. 167 ff. Dwelshauvers, ebenda Bd. VI, S. 217 ff.) Eine planmäßige Verbindung der Reaktionsversuche mit der Ausfragemethode hat endlich in neuester Zeit N. Ach in seinem Buch: »Die Willenstätigkeit und das Denken«, 1905, S. 8 ff., erstrebt. Diese Arbeit läßt sich aber nicht, wie die vorigen, zu den der seitherigen Methodik angehörigen Untersuchungen rechnen, in der die Ausfragemethode bis zu einem gewissen Grade vorbereitet wird, sondern sie ist eher ein Versuch zu nennen, der diese letztere wieder zu ihrem experimentellen Ausgangspunkte zurückzuführen strebt, da Ach selbst ausdrücklich betont, die von Marbe eingeführte »systematische experimentelle Selbstbeobachtung« mit den Reaktionsversuchen verbinden zu wollen.

2. Die allgemeinen Regeln der experimentellen Methode in ihren psychologischen Anwendungen.

Wenn man sich bei der Aufstellung der Regeln der experimentellen Forschung nicht sowohl die äußeren Bedingungen der Beobachtung und die objektiven Maßregeln, die der Feststellung und Bestätigung dienen, sondern, wie es im Hinblick auf die Frage des psychologischen Experimentes naheliegt, in erster Linie die Anforderungen berücksichtigt, die an den Beobachter zu stellen sind, und die dieser selbst wieder dem experimentellen Verfahren entgegenbringt, so lassen sich, wie ich glaube, die folgenden vier Sätze als die Grundregeln der experimentellen Untersuchung und zugleich, je nachdem sie vollständig oder nur teilweise befolgt werden, als die Maßstäbe betrachten, nach denen die Zulässigkeit und Zuverlässigkeit eines jeden konkreten Versuchsverfahrens zu bemessen ist. Diese Regeln gelten natürlich für jede Anwendung der experimentellen Methode, wie sie denn auch vornehmlich in der naturwissenschaftlichen Forschung zur Ausbildung gelangt sind: sie gelten aber doch in eminentem Sinne für das psychologische Experiment. Denn bei der Formulierung der Gesetze der naturwissenschaftlichen Induktion werden sie zum Teil als selbstverständlich vorausgesetzt, und vermöge der Bedingungen der objektiven Beobachtung kann das auch ohne weiteres geschehen. Dies verhält sich anders bei der psychologischen Untersuchung, wo der Beobachter und das beobachtete Objekt eigentlich immer zusammenfallen. Denn geht auch das psychologische Experiment darauf aus, die zu beobachtenden psychischen Vorgänge in gewissem Sinn zu objektivieren, indem es dieselben möglichst aus dem Komplex der Bewußtseinsvorgänge zu isolieren und zu Gegenständen selbständiger Beobachtung zu machen sucht, so können diese doch die Eigenschaft, Bewußtseinsvorgänge zu sein und in kausalen Beziehungen zu der Gesamtheit der psychischen Erlebnisse zu stehen, niemals ganz von sich abtun. Die Situation des Physikers, der seinem Objekt gegenübersteht, es seinen Zwecken gemäß herstellt und verändert, ist und bleibt für den Psychologen eine unmögliche. Er muß sich mit der größtmöglichen Annäherung an sie begnügen. Eben darum bedarf er aber einer sorgfältigen Beachtung der

für den Physiker selbstverständlichen Regeln, die sich auf sein eigenes Verhalten gegenüber den beobachteten Erscheinungen beziehen. Diese Regeln lassen sich nun, wie ich glaube, folgendermaßen formulieren:

1) Der Beobachter muß womöglich in der Lage sein, den Eintritt des zu beobachtenden Vorganges selbst bestimmen zu können.

2) Der Beobachter muß, soweit möglich, im Zustand gespannter Aufmerksamkeit die Erscheinungen auffassen und in ihrem Verlauf verfolgen.

3) Jede Beobachtung muß zum Zweck der Sicherung der Ergebnisse unter den gleichen Umständen mehrmals wiederholt werden können.

4) Die Bedingungen, unter denen die Erscheinung eintritt, müssen durch Variation der begleitenden Umstände ermittelt und, wenn sie ermittelt sind, in den verschiedenen zusammengehörigen Versuchen planmäßig verändert werden, indem man sie teils in einzelnen Versuchen ganz ausschaltet, teils in ihrer Stärke oder Qualität abstuft.

Es ist einleuchtend, daß es schon auf naturwissenschaftlichem Gebiet, trotz des hier bestehenden ungeheuren Vorzuges der Unabhängigkeit des Gegenstandes von dem Beobachter, nicht unter allen Umständen möglich ist, alle diese Anforderungen zu erfüllen. Den Eintritt astronomischer oder meteorologischer Ereignisse kann niemand nach Willkür bestimmen. Zwar kann hier in den meisten Fällen die Voraussicht, daß ein Ereignis eintreten werde, eine der willkürlichen Erzeugung äquivalente Situation herbeiführen. Aber daneben gibt es unerwartete Ereignisse, die nicht nur im Gebiet der kosmischen Vorgänge, sondern auch bei physikalischen, chemischen oder physiologischen Versuchen vorkommen können, wo dann die Forderung der Einstellung der Aufmerksamkeit auf die weitere Verfolgung der Erscheinung beschränkt bleibt. Ebenso können Bedingungen bestehen, die eine Wiederholung der Beobachtung und eine willkürliche Variation ausschließen oder mindestens nur innerhalb enger Grenzen gestatten. Alle solche Momente beschränken die Sicherheit der Ergebnisse. Man kann daher die Befolgung der vier Regeln nicht als eine absolute, in jedem einzelnen Fall notwendig zu erfüllende Forderung bezeichnen. Wohl aber bleibt ihre mehr oder weniger vollständige Einhaltung ein Maß der Vollkommenheit einer experimentellen Methode als solcher; abgesehen also

von der Zuverlässigkeit der Beobachter und der angewandten Hilfsmittel, über die sich natürlich allgemeine Regeln nicht aufstellen lassen. So sind denn auch bei exakteren naturwissenschaftlichen Untersuchungen durchgängig die vier angeführten Forderungen sämtlich erfüllt, ausgenommen den seltenen Fall, wo nach der Natur des Phänomens eine Abstufung ausgeschlossen ist, und wo daher die vierte Regel hinwegfällt. Unerwartete Ereignisse dagegen, bei denen die Einstellung der Aufmerksamkeit unzulänglich ist, kommen hauptsächlich in den reinen Beobachtungswissenschaften, wie z. B. der Astronomie und Meteorologie, vor, nicht in den experimentellen Gebieten. Wo sie in diesen auftreten, da gehören sie zu jenen zufälligen Entdeckungen, die nicht sowohl selbst der experimentellen Methode zuzuzählen sind, als die Ausgangspunkte zu deren Anwendung bilden können. Sind aber immerhin schon in der Naturwissenschaft, besonders in deren verwickelteren Gebieten, wie in der Physiologie, gelegentlich Experimente zulässig, die nicht allen an ein exaktes Verfahren zu stellenden Anforderungen entsprechen, so gilt das natürlich nicht minder für die Psychologie, wo jene Zugehörigkeit der zu beobachtenden Erscheinungen zu dem Beobachter von vornherein eine ähnliche willkürliche Beherrschung derselben, wie sie dem Physiker zu Gebote zu stehen pflegt, eigentlich nur noch in gewissen Grenzfällen möglich macht, in denen infolge der besonderen Bedingungen des Versuches die Objekte der Selbstbeobachtung unmittelbar an äußere physische Objekte oder Vorgänge gebunden sind und dadurch derselben Fixierung durch die Aufmerksamkeit und der nämlichen willkürlichen Variation der Bedingungen zugänglich werden, die den Objekten der physikalischen Beobachtung an und für sich zukommen. In diesem günstigsten Fall, auf den wir unten näher eingehen werden, ist eben in unserer Vorstellung der Inhalt der psychischen Beobachtung eins mit dem physischen Objekt, so daß wir damit auch diesen Inhalt ebenso mit der Aufmerksamkeit fixieren und unseren Zwecken entsprechend verändern können, wie es der Physiker zum Zweck der physikalischen Untersuchung eventuell mit dem nämlichen Objekt tut. Natürlich würde aber der Umkreis der psychologischen Aufgaben, die dazu herausfordern, ihnen mit der experimentellen Lenkung und Unterstützung der Selbstbeobachtung näher zu treten, ungebührlich verengt werden, wenn man sich auf

diese Grenzfälle beschränken und alle anderen Gebiete dem alten Verfahren der sogenannten »reinen Selbstbeobachtung« überlassen wollte. Sollte sich auch nur dadurch, daß man den Eintritt eines Vorganges einigermaßen zu beherrschen, oder dadurch, daß man gewisse äußere Symptome psychischer Vorgänge genauer zu verfolgen imstande ist, für die Selbstbeobachtung eine größere Sicherheit gewinnen lassen, so wird das, auch wo die sonstigen Mängel der letzteren bestehen bleiben, immer schon eine erhebliche Verbesserung bedeuten. In der Tat wird man darum hier angesichts der besonderen Schwierigkeiten des Gegenstandes von vornherein damit rechnen müssen, daß in sehr vielen Fällen nicht alle Anforderungen zu erfüllen sind, die prinzipiell an die experimentelle Methode gestellt werden können, sondern daß man sich mit Annäherungen begnügen muß. Um so mehr scheint es mir aber notwendig, daß man sich bei jeder psychologischen Anwendung experimenteller Methoden bewußt bleibe, bis zu welchem Grade jenen prinzipiellen Forderungen wirklich genügt ist, und inwieweit man berechtigt ist, von ihnen abzuweichen, und gleichwohl noch eine erhebliche Verbesserung der gewöhnlichen Chancen der Selbstbeobachtung erwarten darf. Mit Sicherheit wird man dabei nur voraussetzen dürfen, daß, wo keine der angegebenen vier Regeln mehr zutrifft, das Experiment überhaupt nutzlos ist, und daß es dann wahrscheinlich besser sein würde, falls sich den Erscheinungen auf anderem Wege nicht beikommen läßt, die experimentelle durch die gewöhnliche Selbstbeobachtung zu ersetzen. Man könnte vielleicht denken, es sei überflüssig, etwas so Selbstverständliches noch besonders hervorzuheben, da Experimente, bei denen man die Erscheinungen weder willkürlich eintreten läßt, noch die Aufmerksamkeit auf sie richtet, noch die gleiche Erscheinung wiederholt, noch endlich ihre Bedingungen variiert, gar nicht vorkommen könnten. Für naturwissenschaftliche Experimente mag das auch zutreffen. Anders steht es aber auf psychologischem Gebiet. Hier hat man sich, wohl namentlich unter dem Einfluß der meist völlig planlos ausgeführten sogenannten Hypnotisierungsexperimente, daran gewöhnt, schließlich das einzige wesentliche Merkmal des Experimentes darin zu sehen, daß irgend eine Person *A* auf eine andere *B* irgend eine Einwirkung ausübt. Man hat daher manchmal nach dem Vorbild solcher Versuche in einer äußeren Beeinflussung das einzige wesent-

liche Merkmal des psychologischen Experimentes gesehen und daran höchstens noch das Nebenmerkmal geknüpft, das in Wirklichkeit für viele, sonst allen Anforderungen entsprechende psychologische Experimente gar nicht zutrifft, daß bei jedem Versuch zwei Personen beteiligt sein müßten, der »Versuchsleiter« oder »Experimentator« und die »Versuchsperson«, die in diesem Fall eine eigentümliche Mittelstellung zwischen Versuchsobjekt und Beobachter einzunehmen pflegt. Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, so scheinen damit manchen Psychologen die Kriterien eines echten psychologischen Experimentes vorhanden zu sein, auch wenn von den sämtlichen obigen Regeln keine einzige befolgt wird. Ich kann dieser Erweiterung des Begriffs nicht zustimmen, sondern bin vielmehr der Meinung, daß sich der Psychologe, wenn er überhaupt experimentieren will, von den allgemeinsten Vorschriften experimenteller Methodik nicht emanzipieren kann, und daß er am allerwenigsten von den Regeln abweichen darf, die sich auf die subjektiven Bedingungen der Beobachtung beziehen, da es ja die subjektive Beobachtung selbst ist, auf die der Psychologe alle seine experimentellen Resultate gründet. Ich halte demnach solche ganz und gar äußerlichen Merkmale, wie äußere Beeinflussung und Arbeitsteilung zwischen zwei Personen, wie sie auch bei unzähligen anderen Ereignissen des täglichen Lebens vorkommen, die wir ganz gewiß nicht Experimente nennen, für völlig irrelevant, und ich glaube vielmehr, daß es den sonst gültigen methodologischen Grundsätzen entspricht, wenn ich als die wirklichen Kriterien des experimentellen Verfahrens die obigen vier Regeln ansehe und demnach ein solches Verfahren als um so vollkommener bezeichne, je mehr bei ihm diese Regeln befolgt sind, wogegen in Fällen, wo keine einzige eingehalten ist, irgend eine Prozedur wohl einem Experiment ähnlich sehen kann, in Wahrheit aber im wissenschaftlichen Sinne gar kein Experiment ist. Danach scheint es mir zweckmäßig, die in der Psychologie unter dem Namen der experimentellen Methoden vorkommenden Verfahrungsweisen in drei Klassen von Experimenten zu scheiden: 1) Vollkommene Experimente: so will ich diejenigen nennen, bei denen alle vier Regeln befolgt sind. 2) Unvollkommene Experimente: es sei mir gestattet, mit diesem Namen solche Methoden zu belegen, bei denen einzelne Regeln zutreffen, andere aber unberücksichtigt bleiben und nicht selten ver-

möge der Bedingungen der psychologischen Beobachtung unberücksichtigt bleiben müssen. 3) Scheinexperimente: so will ich schließlich diejenigen nennen, bei denen alle Regeln experimenteller Beobachtung außer Betracht gelassen sind, aber irgend eine äußere Ähnlichkeit mit dem wirklichen Experiment besteht.

3. Vollkommene psychologische Experimente.

Wenn man bloß die äußeren Hilfsmittel berücksichtigt, deren wir uns in einer experimentellen psychologischen Untersuchung bedienen können, so lassen sich bekanntlich die angewandten Methoden in Reiz- oder Eindrucksmethoden und in Ausdrucksmethoden scheiden. Bei den Eindrucksmethoden wirkt man durch äußere Sinnesreize von einfacher oder komplexer Beschaffenheit auf die Bewußtseinsvorgänge ein. Bei den Ausdrucksmethoden beobachtet und registriert man womöglich mit Hilfe bekannter physikalischer Methoden die physischen Symptome psychischer Vorgänge. Änderungen der Herz-, Atmungs- und Gefäßinnervation, unwillkürliche mimische oder pantomimische Bewegungen, und endlich Willenshandlungen, die man etwa zuvor einem bestimmten psychischen Vorgang eindeutig zugeordnet hat, können auf diese Weise Bestandteile der Ausdrucksmethode sein. Gerade das Verhältnis dieser Symptome oder reagierenden Bewegungen zu den psychischen Vorgängen, zu denen sie in Beziehung stehen, zeigt nun aber, daß jene beiden Begriffe nicht sowohl gesonderte Methoden als vielmehr Bestandteile einer einzigen psychologischen Experimentalmethode bezeichnen, wobei nur je nach Umständen die eine oder die andere der beiden Partialmethoden in den Vordergrund gerückt werden kann. Zugleich erweist sich dieses Verhältnis in dem Sinne durchaus als ein einseitiges, daß die Eindrucksmethode sehr wohl für sich allein vorkommen kann, daß dagegen die Ausdrucks- stets an die Eindrucksmethode gebunden ist: den psychischen Vorgang, dessen physische Symptome wir beobachten wollen, müssen wir, wenn eine annähernd exakte Beobachtung stattfinden soll, in der Regel durch einen äußeren Eindruck hervorbringen. In diesem Sinne ist also die Ausdrucksmethode nur Bestandteil eines aus beiden Partialmethoden zusammengesetzten komplexen Verfahrens, das wir die Reaktionsmethode nennen können. Im Hin-

blick auf diese Unselbständigkeit der Ausdrucksmethode bleiben so nur zwei Methoden, die Reizmethode und die Reaktionsmethode, zurück, wobei dann die letztere eine durch die Hinzunahme der Ausdruckssymptome gewonnene Ergänzung der in zahlreichen anderen Untersuchungen für sich allein bestehenden Reizmethode ist. Wenn demnach auch mit Rücksicht auf die größere Komplikation der Hilfsmittel die Reaktionsmethode als die ausgebildetere erscheint, so kehrt sich doch dieses Verhältnis in vielen Fällen um, wenn man die Exaktheit der zu erzielenden Resultate in Betracht zieht: dann ist die Reizmethode im allgemeinen der Reaktionsmethode übergeordnet, und es ergibt sich, daß das Bedürfnis zur Herbeiziehung der Ausdruckssymptome in der Regel erst entsteht, wenn die Schwierigkeiten der Beobachtung so sich häufen, daß die Reizmethode allein nicht mehr ausreicht. Dies wird denn auch durch die Tatsache bestätigt, daß alles, was in dem seitherigen Inventar psychologischer Untersuchungen der Kategorie der »vollkommenen« Experimente in dem oben angegebenen Sinne zugehört, ausschließlich der Reizmethode anheimfällt.

Nun ist die Zahl der Gebiete, die einer Anwendung der sämtlichen vier Regeln der experimentellen Methode zugänglich sind, eine verhältnismäßig beschränkte. Gleichwohl darf man sagen, daß eine Fülle von Arbeit gerade auf diesen Gebieten getan ist, so daß die experimentelle Psychologie hier über eine Menge von Ergebnissen verfügt, die durch ihre Sicherheit zu ihrem wertvollsten Besitzstande gehören. Diese Sicherheit verdanken wir aber, wie man sich leicht überzeugt, ganz und gar dem Umstand, daß bei diesen Untersuchungen jene Regeln ausnahmslos zur Anwendung kommen konnten. Sie gehören freilich fast alle der Untersuchung der Empfindungen und der Vorstellungsbildung an, und nur in einzelnen Arbeiten erstrecken sie sich auf die zentraleren Bewußtseinsvorgänge. Darum ist unsere gesamte psychologische Kenntnis der Empfindungen und der Vorstellungsbildung tatsächlich heute bereits, nachdem hier die Sinnesphysiologie wesentlich vorgearbeitet hatte, auf experimentellen Untersuchungen von exaktem Charakter aufgebaut. Dieser voraussichtlich auf keinem anderen Gebiet der Psychologie zu erreichende Vorzug entspringt aber unmittelbar aus der Natur der Empfindungen und Vorstellungen als der Bestandteile unseres Bewußtseins, die unmittelbar auf Objekte

und ihre Eigenschaften bezogen werden. Hierdurch teilen sich auch den psychischen Inhalten die Merkmale mit, die den Objekten selbst zukommen, und die für die experimentelle Beherrschung der Erscheinungen wesentlich sind. Besteht doch die Fixierung eines Objektes durch die Aufmerksamkeit nur in einer Fixierung unserer Vorstellung, und die willkürliche Veränderung des Objektes bedeutet für uns immer zugleich eine willkürliche Variation dieser Vorstellung. Indem wir aber hierbei außerdem die unabhängig von unserer subjektiven Auffassung bestehenden objektiven Eigenschaften des Gegenstandes und ihre objektiv hervorgebrachten Veränderungen ermitteln und nötigenfalls mit den uns zu Gebote stehenden physikalischen Hilfsmitteln messen, werden wir in den Stand gesetzt, jene objektiven Verhältnisse unmittelbar mit den subjektiven unserer Empfindungen und Vorstellungen zu vergleichen. So eröffnen sich hier mannigfache Wege, um die Vorzüge der experimentellen Untersuchung physischer Vorgänge auf die Bewußtseinsinhalte zu übertragen.

Es mag genügen, hier auf die hauptsächlichsten Probleme hinzuweisen, die auf solche Weise der Lösung zugänglich gemacht und zum Teil bereits gelöst worden sind. Die Maßmethoden der Empfindung, die Versuche über Zeit- und Raumvorstellungen, in weiterer Folge die Versuche über den Umfang und die Verteilung der Aufmerksamkeit unter bestimmten objektiv gegebenen Bedingungen, die Ermittelungen über den Maximalumfang eines im Bewußtsein zusammenzuhaltenden Ganzen und seiner Veränderungen unter wechselnden Bedingungen, alle diese Aufgaben gestatten es verhältnismäßig leicht, der Forderung nachzukommen, daß die Aufmerksamkeit auf den zu untersuchenden Bewußtseinsvorgang gerichtet, daß ferner eine willkürliche, eventuell quantitativ abstufbare Veränderung desselben möglich ist, und daß endlich eine beliebige Wiederholung des Versuches unter übereinstimmenden Bedingungen stattfinden kann. Dem entsprechend zeigt sich denn auch, daß in diesen Fällen die Antworten des Experimentes im allgemeinen von völlig eindeutiger und, falls die Versuche mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt werden, von nicht zu bezweifelnder Beschaffenheit sind, wenn auch natürlich hier wie überall die Interpretation der Ergebnisse dem Streit der Meinungen ausgesetzt bleibt. Diesen Streit zu entscheiden, gehört nur dann zur Aufgabe des Experimentes, wenn er sich durch Tatsachen der Be-

obachtung entscheiden läßt. Dessen einzige unmittelbare Aufgabe besteht aber darin, Bedingungen herzustellen, die eine Nachweisung von Tatsachen möglich machen, die uns nicht selbst schon in der unmittelbaren Wahrnehmung gegeben sind. Da das letztere für die einfachen Tatsachen, aus denen sich die komplexen Vorgänge der Natur wie die unseres eigenen Bewußtseins zusammensetzen, niemals zutrifft, so ergibt sich eben daraus die Notwendigkeit der experimentellen Analyse.

Es mag an zwei Beispielen genügen, die ich aus der reichen Zahl der hierher gehörenden Untersuchungen herausgreife, um die volle Übereinstimmung zu veranschaulichen, in der sich in diesen Fällen die experimentelle Methode mit den vier oben aufgestellten Regeln befindet. Ich lasse die psychischen Maßmethoden beiseite, weil manche Psychologen noch immer geneigt sind, ihnen eine Art Ausnahmestellung einzuräumen oder sie in ein teilweise außerhalb der Psychologie liegendes Zwischengebiet zu verweisen. Ich wähle vielmehr die Beispiele aus dem Gebiet der Vorstellungsbildung, und zwar das eine aus dem der Zeit-, das andere aus dem der Raumvorstellungen.

In seinen schönen Untersuchungen über die Psychologie der Zeitvorstellungen hat Meumann gezeigt, daß jede Intensitätssteigerung eines Taktelementes zugleich eine zeitliche Verschiebung desselben gegenüber den umgebenden Elementen herbeiführt, wobei die Richtung dieser Verschiebung von der Stellung des verstärkten Taktschlages abhängt. Ein einfaches Beispiel bietet der Dreitakt mit objektiv gleich großen Intervallen der Taktschläge. Das eine der zwei gleichen Intervalle verschiebt sich dann in unserer Vorstellung durch die Intensitätssteigerung des einen Taktschlages regelmäßig in einer Weise, die sich am einfachsten in dem folgenden, keines Kommentars bedürfenden Schema darstellen läßt:

Auf die weiteren Komplikationen dieser Erscheinungen bei größeren Taktreihen, bei gehäuften oder verschieden verteilten Intensitätssteigerungen, wie sie teils schon von Meumann behandelt, teils noch Aufgaben künftiger Untersuchungen sind, gehe ich hier nicht näher

ein, ebenso wenig auf eine Interpretation, die ja möglicherweise verschieden ausfallen kann. Ich beschränke mich auf dieses eine experimentelle Resultat, wie es sich jedem unmittelbar aufdrängt, der diesen einfachen Versuch ausführt. Daß nun bei diesen, ebenso wie bei den meisten weiteren Versuchen, die in das gleiche Gebiet gehören, die vier Forderungen sämtlich erfüllt sind, ist augenscheinlich. Der Beginn des Versuches steht um so mehr in der Hand des Beobachters, als dieser, wenn er über die nötigen Instrumente verfügt, allein die Versuche ausführen kann, ohne eines »Versuchsleiters« zu bedürfen. Nicht minder liegt es in der Natur der Versuche, daß jener den Taktschlägen seine gespannteste Aufmerksamkeit zuwendet. Auch eine beliebige Wiederholung steht ihm frei, obgleich das Ergebnis so regelmäßig und unzweideutig ist, daß es eine besondere Häufung der Beobachtungen überflüssig macht. Endlich steht es ihm frei, den Versuch in doppelter Weise zu variieren, indem er teils verschieden große Intensitätssteigerungen vornimmt, teils die objektive Zeitdistanz der Taktschläge bei Einhaltung ihrer Gleichheit in ihrer Größe variiert, Modifikationen, die allerdings bis dahin noch nicht in weiterem Umfange eingeführt worden sind[1]).

Als ein ähnlich einfaches Beispiel aus dem Gebiete der räumlichen Vorstellungen nehme ich die bekannte Müller-Lyersche Täuschung. Auch hier sollen wieder die weit auseinandergehenden theoretischen Diskussionen außer Betracht bleiben. Die Tatsache, daß eine gerade Linie verlängert erscheint, wenn man an ihr nach auswärts gekehrte, verkürzt, wenn man nach einwärts gekehrte schräge Fortsätze anbringt, fällt sofort in die Augen, und um dieses allgemeine Resultat allein festzuhalten, bedarf es keiner methodisch ausgeführten Experimente. Aber da die Erscheinung in ihrer Größe mit der Länge der Ansatzstücke wechselt, ebenso mit der Größe der Linie selbst sowie mit dem Winkel, in dem jene zu dieser geneigt sind, so fordert sie zu einer ganzen Anzahl planmäßig zu sondernder experimenteller Untersuchungen heraus, die in der Tat schon verschiedene Beobachter beschäftigt, wenn auch den ganzen Umfang des Problems noch kaum erschöpft haben. Ein zweckmäßiges äußeres Hilfsmittel bei der Durchführung dieser Versuche ist hier wie bei manchen anderen

---

[1]) Meumann, Phil. Stud. Bd. IX, S. 295 ff. Physiol. Psychol. [5] III, S. 60.

ähnlichen Aufgaben die Projektionsmethode: man entwirft mittels des Skioptikons ein Bild des einen der Müller-Lyerschen Objekte und daneben in etwas verschiedener Höhe (um die Schätzung nach den Endpunkten zu verhüten) eine einfache Gerade, die der mittleren Geraden des Objektes gleich ist. Dann verändert, d. h. verkürzt oder verlängert man, je nachdem das erste oder zweite Objekt untersucht wird, diese zum Vergleich dienende Gerade so lange, bis sie dem Objekte gleich erscheint. Dieser Versuch, unter den verschiedenen oben angedeuteten Bedingungen ausgeführt, liefert ein Material, aus dem sich schließlich die Gesamtheit der Bedingungen quantitativ abschätzen läßt. Auch hier sind, wie man ohne weiteres erkennt, die vier Forderungen erfüllt, oder, soweit sie in den Untersuchungen nicht vollständig erfüllt sein sollten, ist der Weg, auf dem dies geschehen kann, leicht zu erkennen: Herstellung der Erscheinung in einem willkürlich zu wählenden Moment, genaue Fixierung durch die Aufmerksamkeit, Wiederholung der Versuche unter genau gleichen Bedingungen, und endlich planmäßige und in diesem Fall leicht quantitativ abstufbare Veränderung der Bedingungen.

Obgleich nun aber bei diesen einfachen Versuchen, deren Aufgabe sich auf die Analyse der Bedingungen einer einzelnen Vorstellung bezieht, die Übereinstimmung mit den allgemeinen Regeln der experimentellen Methode, die sich bei einem planmäßigen Versuchsverfahren von selbst ohne eine besondere Absicht des Beobachters einzustellen pflegt, natürlich am deutlichsten in die Augen fällt, so würde es doch verfehlt sein, wenn man demzufolge mit diesen begrenzten Aufgaben das Gebiet der den strengeren Anforderungen genügenden psychologischen Experimente geschlossen glaubte. Vielmehr verhält es sich hier nicht anders als wie in der Physik oder in anderen Naturwissenschaften, wo überall die wachsende Komplikation der Bedingungen nur um so mehr eine planmäßig geübte und meist über eine größere Zahl sich ergänzender Untersuchungen ausgedehnte Methode fordert. Für die Psychologie haben aber diese komplexeren Aufgaben noch die besondere Bedeutung, daß sie zugleich in die zentraleren psychologischen Probleme eingreifen, in die Fragen nach der Konstitution des Bewußtseins, des Verhältnisses zwischen Bewußtsein und Aufmerksamkeit, endlich des Verhältnisses der klar bewußten, apperzipierten zu den mehr oder weniger dunkel bewußten Erlebnissen.

So wenig natürlich zu erwarten ist, daß Fragen dieser Art sich sozusagen mit einem Schlage oder auch nur in ihrer allgemeinen Richtung schon bei einem ersten Versuch beantworten lassen, so ist es doch trotz der größeren Schwierigkeit dieser eminent psychologischen Aufgaben schließlich hier ebenfalls möglich, die Forderungen der experimentellen Methodik in voller Strenge einzuhalten. Ich verweise hier nur auf die Untersuchungen über den Umfang des Bewußtseins und den Fokus der Aufmerksamkeit, von den ersten Taktier- und tachistoskopischen Versuchen an bis zu den neueren Experimenten über die Verteilung der Aufmerksamkeit im Sehfeld und über die elektive Apperzeption und Abstraktion, Untersuchungen, zu denen vornehmlich die Verbesserungen der tachistoskopischen Methoden durch Wirth die Wege geebnet haben[1]). Einer ausführlicheren Auseinandersetzung des Inhaltes und der Methoden dieser Untersuchungen kann ich mich um so mehr enthalten, als ein Teil derselben erst in dem vorangehenden Bande dieser Studien eingehend geschildert worden ist. Trotz der bedeutend größeren Komplikation der Aufgaben wird man aber nicht verkennen, daß hier jene Grundsätze der günstigsten Einstellung der Aufmerksamkeit, der Sicherung der Resultate durch Wiederholung der Versuche unter gleichen Bedingungen und endlich der angemessenen Variation der Bedingungen überall gewahrt sind. Das ist um so beachtenswerter, als gerade die tachistoskopischen Versuche zugleich das Verhalten der dunkleren Bewußtseinsinhalte und ihren Einfluß sowohl auf die Gesamtlage des Bewußtseins wie auf die apperzipierten Bestandteile ins Licht setzen. Naturgemäß ist aber dieses Studium der allgemeinen Bewußtseinsverhältnisse eine ganz unentbehrliche Vorbereitung für die Untersuchung aller komplexeren Vorgänge, vor allem derer des logischen Denkens, soweit diese überhaupt einer von dem Experiment geleiteten Selbstbeobachtung zugänglich sind. Es ist daher ein bedauernswerter Mangel der meisten Untersuchungen, die sich in neuerer Zeit mit diesen komplexeren Fragen beschäftigt haben, daß sie den letzteren in diesem Sinne völlig unvorbereitet gegenübertreten.

---

[1]) W. Wirth, Phil. Stud. Bd. 18 und 20, und Psychol. Stud. Bd. II, S. 30 ff. Vgl. auch Mittenzwey, ebenda S. 358 ff.

4. Unvollkommene psychologische Experimente.

Die Forderung einer »vollkommenen Exaktheit« trifft für keine Wissenschaft bekanntlich in allen ihren Teilen zu, außer für die Mathematik, und vielleicht nicht einmal ganz für diese, — man denke nur an die Näherungsmethoden oder an die heuristischen Begründungen der Infinitesimalmethode. So kennt denn auch die Physik, die exakteste unter den empirischen Wissenschaften, Probleme, die sich bis jetzt wenigstens einer völlig exakten experimentellen wie mathematischen Behandlung entziehen, wenn man unter Exaktheit nicht bloß technische Sorgfalt und tunlichste Annäherung an ein exaktes Verfahren verstehen will. Die Exaktheit im Sinne einer vollständigen Befolgung der aufgestellten vier Regeln ist eben überall da ausgeschlossen, wo eine Wiederholung des Experimentes unter genau gleichen Bedingungen aus äußeren Gründen unmöglich ist, oder wo unbekannte Bedingungen die Regelmäßigkeit der Erscheinungen stören. So sind z. B. der Rückstand in der Leydener Flasche und die elastische Nachwirkung solche einer exakten Anwendung der Experimentalmethode schwer zugängliche und darum von den Physikern mit Vorliebe vermiedene Phänomene. Doch der Psychologe, in dessen Untersuchungsgebiet derartige Erscheinungen zum Teil die wichtigsten Probleme in sich schließen, kann sich eine solche Enthaltsamkeit nicht aneignen, sondern er muß sich, wo es nicht anders möglich ist, mit dem Erreichbaren begnügen. In derartigen Fällen hat er aber natürlich dem Grundsatze zu folgen: wo nicht alle Regeln der experimentellen Beobachtung eingehalten werden können, da muß man wenigstens die übrig bleibenden um so sorgfältiger beachten und sich womöglich nach sonstigen Erscheinungen umsehen, die das Vermutete bestätigen oder widerlegen. Wo es z. B. nicht möglich ist, daß man bei Wiederholung der Versuche die Bedingungen konstant erhält, da muß man durch häufigere Wiederholung diesen Nachteil zu kompensieren und die unregelmäßigen Abweichungen zu eliminieren suchen. Der Bedingungen, die hier der Gewinnung exakter Resultate eine unüberschreitbare Schranke ziehen, gibt es nun vornehmlich zwei, die, weil sie in der Natur der psychischen Vorgänge selbst begründet sind, wohl niemals ganz beseitigt werden

können. Die eine dieser Bedingungen besteht in der Unsicherheit des Gedächtnisses, die andere in der Schwierigkeit der Beobachtung der subjektiven Bestandteile des Seelenlebens, der Gefühle, Stimmungen, Affekte. Diese Bedingungen treffen vornehmlich zwei Gebiete der Psychologie: das eine bilden die »Gedächtnisversuche« sowie alle Versuche, bei denen die Reproduktion eines zu beobachtenden psychischen Vorgangs eine gewisse engere Zeitgrenze überschreitet; das andere besteht in der Psychologie der rein subjektiven Vorgänge, d. h. derjenigen, die nicht unmittelbar auf Objekte, sondern auf den Zustand des Bewußtseins selbst bezogen werden.

Die Erinnerungsfunktionen beginnen von dem Augenblick an die exakte Beobachtung zu beeinträchtigen, wo die Zeit, die zwischen einem Eindruck und seiner Reproduktion liegt, die Grenze einer unmittelbaren, durch keine Zwischenvorgänge oder größere leere Intervalle getrennten Vergleichung überschreitet. Bei Einhaltung jener Grenze ist der Erinnerungsvorgang an den meisten Vergleichungen und Messungen nicht bloß psychologischer, sondern auch physikalischer Art beteiligt. Denn da wir unsere Aufmerksamkeit nicht gleichzeitig auf zwei Objekte konzentrieren können, so schließt die Vergleichung, wo es sich nicht um zusammengehörige Teile eines und desselben Objektes handelt, stets eine Sukzession zweier Aufmerksamkeitsakte ein. So lassen wir z. B. bei den psychischen Maßmethoden die beiden Reize, welche die zu vergleichenden Empfindungen auslösen, in einem kurzen Intervall einander folgen. Bedingung einer exakten Vergleichung ist aber hierbei stets, daß dieses Intervall weder zu klein noch zu groß sei: nicht zu klein, weil sonst ein Spannungswechsel der Aufmerksamkeit nicht mehr möglich ist, und nicht zu groß, weil sich sonst das Erinnerungsbild des vorangegangenen Eindrucks verdunkelt hat. Auf diese Weise ist es eine enge, zudem von der Natur der Reize und der Beschaffenheit der Sinnesorgane abhängige Zeitgrenze, innerhalb deren exakte Vergleichungen überhaupt zulässig sind. Bei den Gedächtnisversuchen ist es nun aber gerade die durch das weitere und weitere Überschreiten dieser Grenze zunehmende Veränderung der Reproduktion, die untersucht werden soll. Sie führen also absichtlich Bedingungen ein, die die exakte Vergleichung aufheben, und bei denen eben diese Abweichung haupt-

sächlich Aufgabe der Untersuchung ist. Infolgedessen kann es nach der Natur dieser Probleme weder dem Beobachter selbst immer überlassen werden, den Eintritt des Erinnerungsaktes zu bestimmen, noch ist es namentlich diesem möglich, den Zustand einer gleichmäßig gespannten Aufmerksamkeit während der Dauer des Versuchs einzuhalten. Man sucht darum diese Nachteile möglichst durch die Befolgung der beiden letzten Regeln, die Wiederholung der Beobachtungen und die Variation der Bedingungen, zn kompensieren. Mit ähnlichen Unvollkommenheiten sind natürlich die Assoziationsversuche behaftet, wie sie z. B. Scripture und Cordes[1]) ausgeführt haben. Dabei muß, um das Auftreten eines assoziativen Erinnerungsbildes unter möglichst natürlichen Bedingungen zu beobachten, jede absichtliche Richtung der Aufmerksamkeit auf das erwartete Erinnerungsbild unterlassen werden, damit man sich dann erst nachträglich über dessen Beschaffenheit Rechenschaft gebe. So liegt hier eigentlich eine Erinnerungsleistung doppelter Art vor: zuerst der zu untersuchende Erinnerungsvorgang selbst, und dann noch einmal die Erinnerung an das bei ihm Erlebte. Dadurch nähern sich diese Versuche den gewöhnlichen ohne experimentelle Einwirkung gemachten Selbstbeobachtungen. Aber durch die willkürliche Häufung von Beobachtungen übereinstimmender Art sind sie immerhin den vereinzelten, zufällig gemachten Selbstbeobachtungen überlegen. Als die einzige unter den experimentellen Regeln ist jedoch eigentlich nur die der Häufung der Beobachtungen und in gewissem Maße die der Variation der Bedingungen durch einen planmäßigen Wechsel der Assoziationsobjekte übrig geblieben. Um trotzdem zu brauchbaren Resultaten zu gelangen, ist darum schon hier die große Einfachheit des Problems ein wesentliches Erfordernis. Ist die Assoziation eines Erinnerungsbildes aus Anlaß eines äußeren Eindrucks ein sehr einfacher Vorgang, der eine einigermaßen sichere nachträgliche Fixierung seines Inhalts möglich macht, so würde das jedenfalls nicht mehr gelten, wenn an den Beobachter die Forderung einer komplizierten intellektuellen Verarbeitung des Eindrucks, etwa einer Interpretation seiner Bedeutung gestellt worden wäre.

Mehr noch als die Assoziations- und Reproduktionsversuche, bei

[1]) Scripture, Philos. Stud. VII, S. 50 ff. Cordes, XVII, S. 30 ff.

denen die Beziehung auf Objekte der äußeren Wahrnehmung eine gewisse, wenn auch unsichere Fixierung des im Bewußtsein Erlebten möglich macht, ist das zweite Gebiet der Psychologie, das der subjektiven Erlebnisse, der Gefühle, Gemütsbewegungen und des inneren Verlaufs der Willensvorgänge, von Schwierigkeiten umgeben. Auch diese Vorgänge sind freilich stets an irgendwelche objektive Bewußtseinsinhalte, an Empfindungen und Vorstellungen, gebunden. Aber sie sind keineswegs etwa in dem Sinne von diesen abhängig, daß wir sicher sein könnten, mit der Wiederholung eines bestimmten objektiven Eindrucks auch den entsprechenden subjektiven Vorgang wieder erneuern zu können. Diese Unmöglichkeit einer willkürlichen Wiedererzeugung, sowie die damit eng zusammenhängende Schwierigkeit, die Vorgänge in der Selbstbeobachtung sicher aufzufassen oder gar das Selbsterlebte wiederum anderen mitzuteilen, hindert natürlich in hohem Maße eine exakte experimentelle Beeinflussung. Vermag diese auch — was allerdings einen großen Vorteil gegenüber der gewöhnlichen Selbstbeobachtung bietet — die objektiven Bedingungen herzustellen, unter denen bestimmte subjektive Erlebnisse in der Regel eintreten, so vermag sie doch diese selbst in keiner Weise festzuhalten oder gegen Verwechselungen zu sichern. Vermöge dieser unbestimmten und veränderlichen Beziehung der subjektiven Erlebnisse zu bestimmten objektiven Inhalten gelten darum hier zwar alle einzelnen Regeln der experimentellen Forschung: aber für die zu untersuchenden Erscheinungen selbst gelten sie immer nur indirekt und auf Grund einer oft versagenden Relation zu den direkt zu beeinflussenden Inhalten des Bewußtseins. Wir können beliebig durch angemessene Reize eine Empfindung hervorrufen, an die ein bestimmtes Gefühl gebunden zu sein pflegt; aber wir können weder erwarten, daß der Grad und die besondere qualitative Färbung des Gefühls die gleichen bleiben, noch können wir im Hinblick auf das häufige Vorkommen gleichzeitig stattfindender hemmender Einflüsse auch nur seines Eintritts gewiß sein. Kann doch schon der Umstand, daß wir auf den objektiven Eindruck unsere Aufmerksamkeit richten, das Auftreten des an diesen Eindruck gebundenen Gefühls beeinträchtigen. Umgekehrt gibt es Gefühle, die wohl an irgendeine im Bewußtsein auftauchende Vorstellung gebunden sind, wo jedoch diese selbst so verdunkelt ist, daß sie sich nur durch jene zuweilen

äußerst lebhaften, aber scheinbar eines jeden objektiven Trägers entbehrenden Gefühle ankündigt[1]). Das sind Momente, die die Untersuchung aller dieser der subjektiven Seite des Seelenlebens angehörenden Erscheinungen in hohem Maße erschweren, um so mehr, da uns schon die Sprache bei ihrer vorwaltenden Richtung auf das praktische Bedürfnis der Unterscheidung von Objekten hier im Stiche läßt. Charakteristisch ist in dieser Beziehung die heute noch jedem Psychologen zur aufmerksamsten Lektüre zu empfehlende Schilderung, die Goethe in seiner Farbenlehre von den einzelnen Farbengefühlen gibt. Es ist bewundernswert, wie hier der sprachgewaltige und zugleich mit dem feinsten Gefühl für die subjektiven Wirkungen der Farben ausgerüstete Dichter sich abmüht, diesen rein subjektiven Farbenwert in Worten wiederzugeben, die bald den Objekten, bald den Empfindungen anderer Sinne von verwandtem Gefühlston, bald endlich zusammengesetzten Affekten entnommen werden[2]). Liest man diese Schilderung, so weiß man nicht, soll man sich mehr darüber wundern, daß heute noch manche Psychologen die Gefühlsqualitäten der Farben überhaupt leugnen, oder soll man bei der Schwierigkeit, diese feinen Schattierungen zu fixieren und in Worten wiederzugeben, eine solche subjektive Farbenblindheit bei vollkommenster objektiver »Farbentüchtigkeit« wohl begreiflich finden.

Jene Unsicherheit der Beziehung zwischen dem durch einen bestimmten Reiz indirekt herbeizuführenden Gefühl und dem wirklichen Eintritt des letztern legt nun aber auch unmittelbar einen Gedanken nahe, der zur sogenannten »Ausdrucksmethode« und durch ihre Verbindung mit der Einwirkung des gefühlserregenden Reizes zur »Reaktionsmethode« führt. Dabei verstehen wir hier die letztere zunächst in der allgemeinen Bedeutung, in der sich das Wort sinngemäß auf jede Methode anwenden läßt, bei der die Einwirkung eines Sinnesreizes mit irgendeiner Reaktion auf denselben kombiniert wird. Denn diese Reaktion kann ja an sich ebensogut eine unwillkürliche wie eine willkürliche sein. Das erstere ist der Fall bei den gewöhnlich vorzugsweise sogenannten »Ausdrucksmethoden«, bei denen

---

[1]) Vgl. hierher gehörige Beobachtungen in meiner Physiol. Psychol. [5] II, S. 110 ff.

[2]) Goethes Werke, Didaktischer Teil der Farbenlehre, § 758 ff., Weimarer Ausgabe, Abt. II, Bd. I, S. 307 ff.

in der Regel die Reaktionen von Puls, Gefäßinnervation und Atmung auf irgendeinen einfachen oder zusammengesetzten Reiz untersucht werden, während der Beobachter gleichzeitig die den Vorstellungseffekt des Reizes begleitenden subjektiven Gefühle und Stimmungen festzuhalten sucht. Das zweite entspricht den gewöhnlich sogenannten »Reaktionsversuchen«, wo die Apperzeption eines Reizes durch eine verabredete willkürliche Reaktionsbewegung beantwortet wird. In beiden Fällen dienen die Zeitverhältnisse der den Eindruck begleitenden oder ihm folgenden inneren oder äußeren Reaktionsbewegungen als Kontrollmittel für den Verlauf und die Beschaffenheit der zugleich in der Selbstbeobachtung sich bietenden subjektiven Vorgänge. Bei der ersten Methode sind diese Zeitverhältnisse in den Verlaufsformen der Puls-, Atmungs- und plethysmographischen Kurven, bei der zweiten sind sie in der Zeitdauer gegeben, die zwischen dem Eindruck und der willkürlichen Reaktion verfließt. Die sehr viel spätere Ausbildung der ersten dieser Methoden hat bisher die Verwandtschaft mit der zweiten, der im engeren Sinne sogenannten Reaktionsmethode, noch nicht zu hinreichender Geltung gelangen lassen. Dadurch ist es geschehen, daß man die Bedeutung der unwillkürlichen Ausdrucksmethode wohl allzusehr auf der physiologischen Seite suchte, indem man die unwillkürlichen Innervationswirkungen lediglich als psychologisch bedeutungslose Reflexe auf Sinnesreize betrachtete oder doch eine Korrelation zu den begleitenden Gemütszuständen nur da anerkannte, wo ihnen, wie z. B. beim Schreck und der Furcht oder innerhalb der einfacheren Gefühlsformen bei intensiven Lust- und Unlustreaktionen, ein gar nicht abzuleugnender symptomatischer Wert zukommt. Ebenso hat der Umstand, daß die Reaktionsmethode im engeren Sinne bereits ausgebildet war, ehe noch irgendeine sorgsamere Beachtung der unwillkürlichen Ausdruckssymptome stattgefunden hatte, unverkennbar zu einer Veräußerlichung der Reaktionsversuche beigetragen, die ihrer psychologischen Verwertung schädlich war. Denn alles Streben konzentrierte sich zunächst darauf, die Geschwindigkeit gewisser, bloß nach ihren äußeren Effekten charakterisierter psychischer Akte zu messen. Nun ist es an sich ziemlich gleichgültig, ob ein auf einen äußeren Reiz folgender Willensvorgang etwas kürzer oder etwas länger dauert; und nachdem die erste Neugier, die diese Frage nach der sogenannten »Gedankengeschwindig-

keit« erregt hatte, durch die ernüchternde Tatsache befriedigt war, daß diese eigentlich ein ziemlich langsamer Vorgang sei, mußte sich notwendig auch hier die Aufmerksamkeit den begleitenden subjektiven Vorgängen zuwenden. Für den symptomatischen Wert der Ausdruckssymptome überhaupt ist es übrigens bezeichnend, daß auf die hauptsächlichsten, auch in ihren subjektiven Erscheinungen charakteristisch verschiedenen Formen der Willenshandlungen hier erst die auffallenden Unterschiede der Reaktionszeiten aufmerksam machten, die bei solchen Versuchen zur Beobachtung kamen. Dabei bleibt jedoch in diesem Fall die Verfolgung der subjektiven Unterschiede schwierig, weil die Oszillationen der Aufmerksamkeit, sowie die sonstigen unbeabsichtigten Einflüsse mit ihrem Wechsel störender Empfindungen und Gefühle außerordentlich große Schwankungen in den objektiven Zeitwerten wie in den subjektiven Beobachtungen hervorbringen können. In dieser Beziehung bilden nun jene unwillkürlichen Ausdruckssymptome der Herz-, Atembewegungen usw., die in ihrer für unsere Auffassung durchaus simultanen Gebundenheit an die subjektiven Zustände auch solche störende Momente erkennen lassen, weit feinere diagnostische Hilfsmittel. Hier erhebt sich daher von selbst die Forderung nach einer seither noch nicht in Angriff genommenen Kombination beider Methoden, bei der der Verlauf der zwischen Eindruck und willkürlicher Reaktion liegenden subjektiven Vorgänge durch die während dessen registrierten unwillkürlichen Ausdruckssymptome einer objektiven Kontrolle unterzogen wird. Erst dann würde sich der Inhalt eines Reaktionsvorgangs nicht bloß summarisch nach der ganzen abgelaufenen Zeit, sondern von Moment zu Moment in den begleitenden Innervationswirkungen verfolgen lassen.

Müssen die sämtlichen Reaktionsversuche, die im weiteren wie die im engeren Sinne des Wortes, in Anbetracht der Schwierigkeiten der subjektiven Beobachtung und der Unsicherheit der objektiven Resultate trotz des Aufwandes instrumenteller Hilfsmittel und der Zeit und Mühe, die sie fordern, zu den »unvollkommenen Methoden« gerechnet werden, so hat dies übrigens, wie schon oben angedeutet, nicht darin seinen Grund, daß sich bei ihnen nicht die sämtlichen Regeln der experimentellen Beobachtung befolgen ließen und in den besseren Untersuchungen tatsächlich befolgt wären, sondern vielmehr darin, daß alle diese Regeln hier immer nur einer indirekten Anwendung

fähig sind. Wir können niemals den subjektiven Gefühlsvorgang oder Gefühlsverlauf selbst unserem Willen entsprechend zu einer bestimmten Zeit hervorrufen, wiederholen oder variieren, sondern lediglich bestimmte objektive Empfindungen und Vorstellungen, denen wir die Macht zutrauen, etwa gleichzeitig einwirkenden anderen Einflüssen gegenüber die ihnen nach bisherigen Erfahrungen zukommende Tendenz zur Erzeugung gewisser Gefühle und Stimmungen durchzusetzen. Eine solche Erwartung ist in den einfachsten Fällen ihres Erfolges ziemlich gewiß: wir können z. B. darauf vertrauen, daß eine Einwirkung von Chinin auf die Zunge bei normalem Zustand des Geschmacksorgans nicht nur eine bittere Empfindung, sondern auch ein Unlustgefühl hervorbringt, und die Ausdruckssymptome bestätigen die Regelmäßigkeit dieser Korrelation. Aber angesichts der, wie oben bemerkt, ziemlich verbreiteten Farbengefühlsblindheit können wir viel weniger sicher sein, daß z. B. dem Rot bei allen Individuen die gleiche erregende Wirkung zukommt, und dementsprechend sind auch die objektiven Symptome hier unsicherer. Diese Variabilität der Gefühlserregbarkeit wächst dann natürlich noch beträchtlich bei komplexen ästhetischen Eindrücken oder gar bei irgendwelchen intellektuellen Prozessen, wo unter Umständen die Einwirkung selbst Bestandteile enthalten kann, die sich wechselseitig stören oder aufheben. Darum stellen alle diese Versuche, bei denen man irgendwie die Ausdrucksmethode zur Ergänzung und Kontrolle herbeizieht, ungleich größere Anforderungen an den Beobachter als jemals die Eindrucksmethode allein, wo diese überhaupt in exakter Form möglich ist. Die oben beispielsweise erwähnten Erscheinungen bei rhythmischen Zeitvorstellungen oder bei räumlichen Größenvorstellungen nimmt jeder wahr, dem man sie vorführt, und erst die genauere, namentlich quantitative Verfolgung fordert einige Übung. Zu Reaktionsversuchen dagegen ist nicht bloß der Ungeübte unbrauchbar, sondern auch manche sonst in exakten Experimenten erfahrene Beobachter sind wegen ihrer Unfähigkeit zu einer hinreichenden Beherrschung der Aufmerksamkeit oder infolge gewisser subjektiver Eigenschaften, wie z. B. der oben erwähnten Farbengefühlsblindheit oder einer ähnlichen Klanggefühlstaubheit, unbrauchbar. Mit diesen Bedingungen hängt eine zweite Forderung auf das engste zusammen. Versuche nach der Reaktionsmethode müssen notwendig so ausge-

führt werden, daß jede äußere Störung, durch Geräusche, welche die Aufmerksamkeit abziehen, durch Manipulationen eines Experimentators u. dergl., völlig vermieden werden. Darum ist bei solchen Versuchen die Arbeit in getrennten Räumen, die den reagierenden Beobachter völlig außer Hör- und Sehweite von dem Experimentator und den zeitmessenden Instrumenten bringt, längst zur annerkannten Regel geworden. Das Bedürfnis eines jeden sorgfältigen Beobachters drängt hier von selbst zu einer solchen Isolierung, bei der störende Einflüsse auf die Selbstbeobachtung möglichst vermieden sind.

5. Kritik der Ausfrageexperimente.

Die Ausfrageversuche sind, wie bereits oben bemerkt wurde, unverkennbar aus den Reaktionsversuchen hervorgegangen: sie sind reduzierte Reaktionsversuche, bei denen an die Stelle des den Versuch einleitenden Reizes die Frage des Versuchsleiters und an die Stelle der Reaktionsbewegung die Antwort des Beobachters getreten ist. Wie bei den eigentlichen Reaktionsversuchen die Bewegung vollzogen wird, nachdem irgendein psychischer Vorgang, sei es eine Perzeption oder Apperzeption des Reizes oder eine Unterscheidung, Wahl u. dergl. vollzogen ist, so hat auch bei den Ausfrageversuchen die Antwort zu erfolgen, nachdem der Beobachter mit der durch die Frage angeregten intellektuellen Aufgabe ins Reine gekommen ist. Der zwischen Reiz und Reaktion liegende psychische Vorgang ist demnach zwar viel komplizierter als bei den gewöhnlichen Reaktionsversuchen; aber die äußeren Veranstaltungen zur Hervorrufung des Eindrucks wie zur Reaktion sind die denkbar einfachsten: die Ausfrageexperimente sind »Experimente ohne Instrumente«.

Nun ist es ein verbreitetes Vorurteil, daß zu jedem Experiment Instrumente gehören, und zuweilen glaubt man sogar, die Exaktheit des Experimentes einigermaßen nach der Kompliziertheit der Apparate bemessen zu dürfen, die zu seiner Ausführung gebraucht werden. Daß das letztere bei naturwissenschaftlichen so wenig wie bei psychologischen Experimenten zutrifft, ist einleuchtend. Es gibt vorzügliche Untersuchungen, die mit verhältnismäßig einfachen Mitteln, und unvollkommene, die auf sehr komplizierte Weise ausgeführt sind. Das ist um so selbstverständlicher, als die Apparate selbst wieder Fehler-

quellen der Beobachtung mit sich zu führen pflegen, die sich bisweilen mit ihrer Häufung steigern. So gehören auch auf psychologischem Gebiet die gewöhnlichen Reaktionsversuche mit ihren Zeitmessungs- und Kontrollapparaten und ihren Signal- oder Telephonleitungen für die Kommunikation der in getrennten Räumen arbeitenden Teilnehmer gewiß instrumentell zu den allerkompliziertesten, sie gehören aber gleichzeitig methodologisch zu den unvollkommensten psychologischen Experimenten. Endlich »Experimente ohne Instrumente« sind zwar, wenn wir das Wort Instrument im weitesten Sinne nehmen, auf den naturwissenschaftlichen Gebieten ausgeschlossen: hier geht bei dieser Reduktion das Experiment von selbst in die einfache Beobachtung über. Denn der »willkürliche Eingriff in den Verlauf der Erscheinungen«, in dem das Wesen des Experimentes besteht, kann hier nicht wohl ohne irgendwelche äußere Hilfsmittel zustande kommen. Das verhält sich aber einigermaßen anders beim psychologischen Experiment, wo jemand durch Worte oder Handlungen eines anderen eventuell in einer der experimentellen Einwirkung gleichwertigen Weise beeinflußt werden oder möglicherweise sogar sich selbst beeinflussen kann. Zu den Experimenten der letzteren, allereinfachsten Art gehören z. B. die bekannten Gedächtnisversuche von Ebbinghaus[1]). Sie sind sogar im Hinblick auf die sorgfältige Wiederholung der Versuche und die planmäßige Variation der Bedingungen musterhafte Experimente, obgleich sich Ebbinghaus bei seiner Lernmethode gar keiner instrumentellen Hilfsmittel bedient und die Versuche nur an sich selbst angestellt hat. In anderen Fällen sind die angewandten Vorrichtungen von der allereinfachsten Beschaffenheit gewesen, wie z. B. in den schon erwähnten Assoziationsversuchen von Scripture und Cordes, und doch können solche Versuche treffliche Anwendungen experimenteller Methode genannt werden. Freilich ist hinzuzufügen, daß zu dieser Vereinfachung oder gar zu einer gänzlichen Enthaltung von instrumentellen Hilfsmitteln entweder eine sehr einfache Beschaffenheit der Probleme erforderlich ist, wie bei den genannten Assoziationsversuchen, oder aber ein noch relativ zurückgebliebener Stand ihrer Bearbeitung, wie bei den Ebbing-

---

[1]) H. Ebbinghaus, Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. 1885.

hausschen Gedächtnisversuchen, die zu ihrer Zeit sehr verdienstlich waren, die aber bei dem heutigen fortgeschrittenen Zustand dieser Untersuchungen kaum mehr jemand in dieser einfachen Form wiederholen oder weiterführen wird.

Aus allem dem erhellt, daß Apparate nicht im geringsten ein Kriterium für die Anwendung experimenteller Methoden und für die Brauchbarkeit der Versuche abgeben. Darin, daß die Ausfrageexperimente Experimente ohne Instrumente sind, kann also an sich kein Einwand gegen sie und gegen ihre Anerkennung als einer experimentellen Methode gesehen werden. Daraus folgt zugleich, daß es allein innere, im eigentlichen Sinne methodologische Merkmale sind, nach der diese wie jede andere Art von Experimenten zu beurteilen ist. Hier stehen uns aber als Maßstäbe einer solchen Beurteilung nur die vier oben aufgezählten Regeln zu Gebote, die, wie wir gesehen haben, bei den »vollkommenen« psychologischen Experimenten ausnahmslos, bei den »unvollkommenen« entweder teilweise oder indirekt, durch planmäßige Beeinflussung von Erscheinungen, die mit den untersuchten Tatsachen in Beziehung stehen, befolgt werden. Wie verhält es sich nun in dieser Hinsicht mit den Ausfrageexperimenten? Von der Beantwortung dieser Frage allein, aber von ihr auch endgültig wird die Beurteilung des Wertes der Methode abhängen.

1) Ist der Beobachter bei der Ausführung der Experimente in der Lage, den Eintritt des zu beobachtenden Vorgangs selbst bestimmen zu können? — Man muß bei dieser Frage zunächst festhalten, daß Beobachter nicht der sogenannte Versuchsleiter, sondern die Versuchsperson ist, die zuerst den in ihr durch die Frage angeregten psychischen Vorgang zu beobachten und dann auf ihn mit einem Ja oder Nein oder mit einer sonstigen Antwort zu reagieren hat. Nun ist der Versuchsleiter allerdings vollkommen in der Lage, den Eintritt des Vorgangs zu bestimmen, die Versuchsperson oder der wirkliche Beobachter ist aber darüber höchstens in bezug auf den Zeitpunkt des Eintritts orientiert, von dem Inhalt selbst hat er keine Ahnung und darf keine haben, denn das Gegenteil würde den ganzen Plan des Versuchs zu nichte machen. Für den Beobachter ist also die an ihn gestellte Frage im eigentlichsten Sinne ein »unerwartetes Ereignis«, d. h. der Eindruck gehört zu denjenigen Phänomenen, bei

denen auf psychologischem so gut wie auf naturwissenschaftlichem Gebiet die Bedingungen zu exakter Beobachtung die allerungünstigsten sind. Nun muß freilich zugestanden werden, daß gerade bei manchen der »unvollkommenen« Formen psychologischer Experimente die Bedingungen dieser Grenze schon ziemlich nahe kommen: so z. B. bei den Assoziationsexperimenten, deren oben gedacht wurde, und bei gewissen Reaktionsversuchen, bei denen man den Reagenten gewisse psychische Akte vornehmen läßt, wie Unterscheidungen, eine Wahl zwischen verschiedenen, bestimmten Unterscheidungen im voraus zugeordneten Reaktionsbewegungen usw. Dennoch besteht, obgleich dieses Moment die Sicherheit der Versuche bereits merklich beeinträchtigt, immer noch ein sehr wesentlicher Unterschied gegenüber den Ausfrageexperimenten. Bei allen jenen Versuchen handelt es sich um höchst einfache psychische Vorgänge: bei Assoziationsexperimenten will man, ohne irgendeine willkürliche Geistestätigkeit auszuführen, den ersten beliebig aufsteigenden assoziierten Inhalt feststellen, ohne von ihm aus zu weiteren psychischen Akten überzugehen, die die Erinnerung an ihn wahrscheinlich wieder verwischen würden; bei den zusammengesetzten Reaktionen will man eine Bewegung ausführen, die einem bestimmten psychischen Vorgang eindeutig zugeordnet ist. Das verhält sich bei den Ausfrageexperimenten ganz anders. Hier wird dem Beobachter eine meist nicht unerhebliche geistige Arbeit zugemutet, eine Arbeit, die ihn unter normalen Verhältnissen, d. h. ohne den Zwang des Experimentes, stundenlang beschäftigen könnte, und die er nun plötzlich leisten soll, indes seine Gedanken zuvor wahrscheinlich völlig abliegende Wege gegangen waren. Man vergegenwärtige sich nur solche in Bühlers Gedankenexperimenten vorkommende Beispiele, wie: »was kann man sich unter einer weltgeschichtlichen Apperzeption denken?« oder: »kann die physikalische Atomtheorie durch irgendeine Entdeckung jemals als unhaltbar erwiesen werden?« usw. Derartige Fragen sind, wenn wir sie mit den von der astronomischen und physikalischen Beobachtungskunst gefürchteten und darum womöglich vermiedenen unerwarteten Ereignissen vergleichen, nicht nur unerwartet, sondern sie sind überdies außerordentlich verwickelt, und dementsprechend werden natürlich auch die psychischen Vorgänge, die sie in dem Befragten anregen, so komplizierter Art sein, daß sich dadurch die Schwierigkeit der

Beobachtung unerwarteter Vorgänge geradezu ins unabsehbare steigert. Was schon auf physikalischem Gebiet die sonstigen Schwierigkeiten der Beobachtung unerwarteter Vorgänge erhöht, das ist, daß neben der Unmöglichkeit, sich vorbereitend auf sie einzustellen, die Überraschung ein psychischer Faktor ist, der direkt auch von dem Physiker als eine Störung des Bewußtseins empfunden wird, die die Zuverlässigkeit der Beobachtung auf das äußerste in Frage stellt. Wenn das selbst für die Beobachtung äußerer Naturerscheinungen gilt, wie viel mehr gilt es für die Selbstbeobachtung, wo dieser störende Einfluß nicht bloß die Beobachtung schädigt, sondern wo auch die zu beobachtenden Vorgänge selbst durch jede Gemütsbewegung verändert werden! Was man von jeher gegen die planmäßige Selbstbeobachtung eingewandt hat, daß sie notwendig den Gegenstand verändere, dessen Beobachtung sie sich zur Aufgabe mache, das gilt so von Anbeginn an von den Ausfrageexperimenten, die zu diesen verändernden Einwirkungen der Selbstbeobachtung schon beim Beginn des Experimentes noch den verderblichen Einfluß der Überraschung hinzufügen.

2) Vermag der Beobachter bei den Ausfrageexperimenten den Verlauf der Erscheinungen mit Aufmerksamkeit zu erfassen und zu verfolgen? — Diese Frage läuft im Grunde auf die andere hinaus: kann es psychische Vorgänge, z. B. logische Denkakte, geben, zu deren Erzeugung die äußerste Spannung unserer Aufmerksamkeit erfordert wird, und die wir gleichzeitig unter Aufbietung einer eben solchen Spannung der Aufmerksamkeit beobachten? In der verneinenden Beantwortung dieser Frage sind wohl alle Psychologen einig, die sich irgendwie ernsthafter mit dem Problem der Aufmerksamkeit beschäftigt haben. Eine Verdoppelung der Persönlichkeit gibt es bekanntlich gelegentlich im Traum und in der Geistesstörung, in Zuständen, bei denen gerade die Funktionen der Aufmerksamkeit völlig darniederliegen. Eine Verdoppelung der Aufmerksamkeit in jenem Sinne, in welchem der Sprachgebrauch nicht bloß eine intensive Steigerung, sondern eine doppelte Richtung derselben bezeichnet, eine solche Verdoppelung gibt es weder im Traum, noch im wachen Bewußtsein, und in diesem um so weniger, je gespannter die Aufmerksamkeit den psychischen Vorgängen, die wir beobachten sollen, zugewandt ist. Das Äußerste des Unmöglichen, was wir einem Beobachter zumuten können, ist daher dies, daß wir von ihm verlangen,

er solle über irgendein ihm vorgelegtes Problem mit angestrengter Aufmerksamkeit nachdenken, und diese Forderung noch dadurch unterstützen, daß wir, die Antwort erwartend, neben ihm stehen und ihn, mit der Uhr in der Hand, willkürlich oder unwillkürlich antreiben, sein Denken auf die äußerste Eile einzustellen, und wenn wir zu allem dem von ihm verlangen, er solle auf seine eigene Gedankentätigkeit aufmerken und das Beobachtete festhalten, um es nachträglich zu Protokoll zu geben. Mit Recht haben einsichtige Psychologen schon in der Zeit, da man auf die reine Selbstbeobachtung größeren Wert legte, als man es heute zu tun pflegt, anempfohlen, wer mit einigem Erfolg Selbstbeobachtungen auszuführen wünsche, solle sich nicht gerade die Zustände angestrengtester Aufmerksamkeit auf die Vorgänge selbst oder die bei willkürlicher Produktion derselben sich einstellenden Zustände auswählen, sondern er solle nachträglich, nachdem die ohne jede Absicht zur Ausführung einer Selbstbeobachtung verlaufenden Vorgänge vorüber sind, sie gelegentlich ins Gedächtnis zu rufen suchen. Hier geschieht von allem dem das Gegenteil: der Beobachter setzt sich nieder in der Absicht, Selbstbeobachtungen zu machen, das Material zu diesen wird ihm in der Form eines bisweilen recht schwierigen intellektuellen Problems gegeben, und er soll dann, noch dazu gedrängt durch den Gedanken, daß man auf seine Antwort warte, seine Gedankentätigkeit während ihres Ablaufs beobachten, um schließlich mittels der Reproduktion über sie zu berichten.

3) Wird bei den Ausfrageexperimenten die Beobachtung wiederholt, um eine Kontrolle und größere Sicherheit der Ergebnisse zu gewinnen? — Falls man unter der Wiederholung bloß eine oft nacheinander stattfindende Anstellung von Versuchen nach der gleichen Methode verstehen wollte, so würde sich gegen die Behauptung, daß diese wichtige experimentelle Regel befolgt sei, kaum etwas einwenden lassen. Der gleiche Beobachter in einer größeren Reihe von Versuchen, der gleiche Versuchsleiter, die übereinstimmende Art, wie die Fragen gegeben, wie über sie nachgedacht, und wie sie beantwortet werden — alles das trifft im allgemeinen zu. Aber diese Äußerlichkeiten, bei denen möglicherweise ein gewisser Wechsel sogar sehr zweckmäßig sein kann, sind natürlich bei jener Regel der Wiederholung nicht gemeint, sondern bei gleichem beobachteten

Inhalt soll das Experiment wiederholt werden, damit das, was bei der ersten Wahrnehmung wegen der Flüchtigkeit der Vorgänge etwa dem Beobachter entgehen mochte, bei einem zweiten Versuch nachgeholt und eventuell berichtigt werde. Eine solche Wiederholung schließen die Ausfrageexperimente ihrem Charakter nach aus. Jede Frage muß eine völlig neue sein. Die nämliche, ein zweites Mal gestellt, würde beinahe unvermeidlich den Versuch zu einem Gedächtnisversuch machen oder mindestens eine Vermischung und dadurch eine unabsehbare Verwickelung herbeiführen. Man mag also zugeben, daß die Natur des Problems das Hilfsmittel der Wiederholung ausschließt. Aber dann bleibt es immerhin ein großer Übelstand, daß dadurch den Experimenten eines der wichtigsten Hilfsmittel der experimentellen Methode entgeht, und daß sie eben damit zugleich einer der Hauptforderungen, die man an eine solche Methode stellen muß, nicht nachkommen, sondern in dieser Beziehung nichts sind als gewöhnliche Selbstbeobachtungen in einer durch das äußere Gewand eines experimentellen Verfahrens verschleierten Form.

4) Findet bei den Ausfrageexperimenten die zu jeder erfolgreichen Anwendung experimenteller Methoden willkürliche Variation der Bedingungen statt, und ist eine solche überhaupt bei ihnen ausführbar? — Man könnte denken, die Möglichkeit einer beliebigen Variation der Bedingungen sei bei diesen Versuchen von selbst gegeben, da es in der Macht des Versuchsleiters steht, seine Fragen nach irgend einem von ihm im voraus entworfenen Plan einzurichten. Auch bringt es der Charakter der Versuche mit sich, daß die an die Versuchsperson gerichteten Fragen oder die ihr vorgelegten Gedanken irgend welcher Schriftsteller im voraus bereit gestellt werden, so daß der Versuchsleiter, der dieses Geschäft besorgt, an sich wohl irgend einen planmäßigen Wechsel der Bedingungen einführen könnte. Dennoch kommt es auch hier wieder nicht sowohl auf den Versuchsleiter als auf die Versuchsperson selbst an, die ja der eigentliche Beobachter und zugleich das Objekt ist, an dem experimentiert wird. Findet für diese eine planmäßige Variation der Bedingungen statt, und ist sie überhaupt in den Versuchen ausführbar? So gestellt muß offenbar die Frage verneint werden. Für die Versuchsperson ist jede Frage von der ersten bis zur letzten ein dem Gedankeninhalte nach unerwartetes Ereignis, und sie muß es sein, weil sonst

die Versuche, die auf die Untersuchungen spontaner Gedankenbildungen gerichtet sind, mit solchen, in die zugleich Wiedererkennungs- und Erinnerungsvorgänge als wesentliche Faktoren eingreifen, zu einem ununterscheidbaren Gemenge zusammenfließen würden. Da demnach eine noch so planmäßige Anordnung der Fragen von seiten des Versuchsleiters für die Versuchsperson gleichgültig bleibt, so ist es aber unvermeidlich, daß dieses Verhältnis auch auf den ersteren zurückwirkt. Auch der Experimentator wird es unterlassen, nach einem fest bestimmten Plan zu verfahren, wenn dieser zwecklos ist. In der Tat läßt die Reihenfolge der Fragen weder in den Urteilsversuchen Marbes, noch in den Gedankenexperimenten Bühlers, die ich oben als typische Beispiele herausgegriffen habe, irgend eine planmäßige Veränderung der Bedingungen entdecken. Denn wenn in verschiedenen Versuchsgruppen die Art der Frage oder die Form der Antwort abweichend gewählt wurden, z. B. die letztere bald durch eine Gebärde, bald durch ein Ja oder Nein usw. geschah, so ist das ebenso wenig eine Variation der Bedingungen im Sinne der experimentellen Methodik, als wenn man etwa die Antworten das eine Mal in deutscher, das andere Mal in lateinischer Schrift aufzeichnen ließe. Auch die vierte und neben der ersten wichtigste Regel, die berühmte Baconische »Abstufungsmethode«, versagt also bei diesen Versuchen, und sie erweist sich sogar als unvereinbar mit ihnen.

So ergibt sich unausbleiblich das Resultat: die Ausfrageexperimente sind überhaupt keine Experimente im Sinne einer wissenschaftlichen Methodik, sondern sie sind Scheinexperimente, die bloß dadurch, daß sie in der Regel in einem psychologischen Laboratorium vorgenommen werden, daß sich in ihnen ein angeblicher Experimentator und eine Versuchsperson gegenüberstehen, planmäßig aussehen, während sie es in Wirklichkeit nicht im geringsten sind, da sie alle Kriterien vermissen lassen, nach denen sich überhaupt experimentelle psychologische Selbstbeobachtungen von gewöhnlichen Selbstbeobachtungen unterscheiden. Wenn man sie nach den für die gewöhnliche Selbstbeobachtung gültigen allbekannten Regeln beurteilt, so kann aber keine Frage sein, daß sie das von allen vorsichtigen Psychologen bevorzugte Verfahren der gelegentlichen reproduktiven Beobachtung von Vorgängen, die ohne die Absicht einer Selbstbeobachtung eingetreten sind, wieder gegen die obsolete Me-

thode der unmittelbaren willkürlichen Selbstbeobachtung der psychischen Erlebnisse eintauschen. Der Beobachter wartet nicht einen günstigen Zufall ab, sondern er setzt sich in die geeignete Positur, läßt die Gedanken kommen und strengt sich an, sie in ihrem Kommen und Gehen mit gespannter Aufmerksamkeit zu verfolgen, während er mit einer mehr oder minder schwierigen Frage beschäftigt ist, die gleichzeitig seine Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Der ganze Unterschied von der alten, verpönten Form angeblicher Selbstbeobachtung besteht darin, daß der Beobachter den Gedanken nicht spontan bildet, sondern daß ihm durch den anwesenden Versuchsleiter die Anregung dazu gegeben wird.

Nach den Vertretern dieser Methode besteht nun freilich ihr Vorzug vor der gewöhnlichen Form der Selbstbeobachtung eben darin, daß dem Beobachter ein »Versuchsleiter« beigegeben wird. Durch diese »Arbeitsteilung« sollen die Mißstände der alten Methode verschwinden, weil die Versuchsperson selbst nur von ihrem Erlebnis und seiner Beschreibung in Anspruch genommen sei[1]). Nun ist sicherlich auch im Gebiet der Gedankentätigkeit recht wohl eine Arbeitsteilung möglich. Wenn sich z. B. zwei Personen über ein Problem unterreden, und jeder sein Wissen und Können herzubringt, um es zu lösen, so ist das eine Art Arbeitsteilung. Dagegen ist das Verhältnis zwischen einem Examinator und einem Examinanden keineswegs eine solche. Auch erleichtert nach der Versicherung vieler Examinanden, denen man die Glaubwürdigkeit nicht ganz versagen kann, das Ausfragen nicht ihre Gedankenproduktion, sondern sie vergessen im Drang der Frage manches, was sie zu Hause gewußt haben. Der »Versuchsleiter« befindet sich aber der Versuchsperson gegenüber in der Situation eines Examinators strengster Observanz. Plötzlich und unvermittelt stellt er seine Frage aus einem dem augenblicklichen Gedankenkreis der Versuchsperson möglicherweise ganz fernliegenden Gebiet. Die Not des Befragten durch hilfreiche Andeutungen zu erleichtern, wie es wohl einem mild gesinnten Examinator zusteht, ist ihm streng untersagt. Ich wüßte nicht, wie man hier noch von einer Arbeitsteilung reden könnte, und inwiefern überhaupt der Versuchsperson dadurch die Gedankenarbeit und deren Beobachtung erleichtert wer-

[1]) Bühler, a. a. O. S. 3 f.

den soll, daß sie sich nicht selbst, sondern daß ein anderer ihr die Probleme aufgibt. Vielmehr bildet ja hier, wie oben ausgeführt, schon der unerwartete Inhalt der Frage ein außerordentlich erschwerendes Moment. Doch ist es das nicht allein, was gegen diese angebliche Arbeitsteilung Bedenken erweckt. Es kommt dazu noch ein anderer Umstand, dessen ich oben unter den Regeln der Experimentalmethode nicht gedacht habe, weil man ihn bei psychologischen Experimenten bis dahin eigentlich für etwas Selbstverständliches hielt: das ist die möglichste Isolierung des Beobachters, die Fernhaltung namentlich der durch die Anwesenheit anderer Personen verursachten unvermeidlichen Störung. Die relative Größe dieser Störung nimmt aber naturgemäß zu, je mehr der Versuch eine aufmerksame Selbstbeobachtung in Anspruch nimmt. Eben darum ist es zur allgemein befolgten Regel bei den Reaktionsversuchen geworden, daß man Experimentator und Versuchsperson in getrennten Räumen unterbringt. Allerdings haben einige Psychologen, unter ihnen namentlich N. Ach, den Unterschied, ob der Reagent in Anwesenheit des Experimentators und im selben Raum mit den geräuschvoll arbeitenden zeitmessenden Instrumenten beobachte oder nicht, für im wesentlichen irrelevant erklärt. Ich kann aus eigener Erfahrung diese Bemerkung nicht im geringsten bestätigen. Auch glaube ich, daß ein so behutsamer Beobachter wie Ach gewiß nicht versäumt haben würde, sich die großen Vorzüge der Isolierung zu Nutzen zu machen, hätte er nicht von Anfang an die Absicht gehabt, die Reaktionsversuche mit der Ausfragemethode zu kombinieren. Denn der Behauptung gegenüber, daß es gleichgültig sei, ob man überhaupt solche die gespannteste Aufmerksamkeit des Beobachters in Anspruch nehmende Versuche in Anwesenheit dritter Personen, die etwa gar noch Auskunft erwartend und zum Protokollieren bereit dabei sitzen, oder ob man sie in Abwesenheit dieser distrahierenden Einflüsse vornehmen soll, darf man sich wohl auf die tägliche Erfahrung berufen. Ich möchte bezweifeln, ob es unter den Teilnehmern der Ausfrageexperimente viele gibt, denen es gleichgültig ist, ob sie in ihrem Studierzimmer allein sind oder sich in Gesellschaft befinden, vollends wenn sie sich von den Anwesenden beobachtet wissen. Ich bekenne, unter den Unbegreiflichkeiten der Ausfragemethode ist mir die unbegreiflichste die, daß ihre

Vertreter diesen störenden Fehler nicht nur übersehen, sondern, unter Verwendung des hier gänzlich deplazierten Begriffes der Arbeitsteilung, in eine Tugend verwandeln wollen. Und wenn nach dem durch die Erfahrung des täglichen Lebens hinreichend gestützten Urteil aller unbefangenen Beobachter schon bei einfachen Reaktionsversuchen durch die Anwesenheit Dritter, die ihrerseits den Beobachter beobachten, die Sicherheit der Versuche auf das empfindlichste gestört wird, so soll nun auf einmal da, wo die Versuchsperson nicht bloß eine einfache Unterscheidung zwischen zwei zuvor bekannten Eindrücken, eine Wahl zwischen zwei Bewegungen usw. ausführen, sondern wo sie eine nicht unerhebliche Gedankenarbeit vollbringen soll, dieser Nachteil ein Vorzug sein! Sind die Ausfrageversuche ihrem ganzen Charakter nach keine Experimente im wissenschaftlichen Sinne, so sind sie infolge der planmäßigen Einführung solcher, immerhin auch von der alten Selbstbeobachtungsmethode durchweg vermiedener Störungen, Selbstbeobachtungen unter erschwerenden Bedingungen.

Nun gibt es aber noch eine zweite Form der Anwendung der Ausfragemethode, die freilich selbst nicht auf den Charakter eines Experimentes Anspruch erhebt, von der man jedoch vielleicht gerade deshalb, weil sie bescheidener auftritt, annehmen könnte, daß sie von den groben Fehlern der eigentlichen Ausfrageexperimente frei sei. Sie besteht in dem nachträglichen Ausfragen der Versuchspersonen über die von ihnen gemachten Selbstbeobachtungen; und sie entspringt dem Verdacht, daß der Versuchsperson manche ihrer Selbstbeobachtungen aus dem Gedächtnis entschwinden könnten, ehe sie Zeit fand, sie sich genau zu rekapitulieren und zu fixieren. Darum sucht man hier durch Ausfragen nach dem Experiment der Reproduktion des Erlebten zu Hilfe zu kommen. Selbstverständlich kann dieses Verfahren leicht mit den eigentlichen Ausfrageexperimenten verbunden werden. Die Versuchsperson befindet sich dann sozusagen in einem Kreuzfeuer von Fragen: zuerst soll sie auf den Inhalt der Frage, und dann soll sie auch noch über den Inhalt dessen Rede stehen, was sie nebenbei, während sie sich die Frage überlegte, in sich erlebt hat. Doch kann die nachträgliche Ausfragemethode auch für sich allein verwendet werden, und in dieser Form kann sie natürlich auch an wirkliche Experimente, nicht an bloße Scheinexperimente sich

anschließen. In solcher Weise hat besonders N. Ach seine sonst in mancher Hinsicht verdienstlichen und sorgfältigen Reaktionsversuche ausgeführt. Er hat hierbei die allbekannten Reaktionsmethoden unter Anbringung mancher dankenswerter technischer Verbesserungen benutzt, und auch die in den Versuchen behandelten Fragen sind im wesentlichen die nämlichen wie in den früheren Reaktionsversuchen. Aber Ach hat sich außerdem veranlaßt gesehen, die Ausfragemethode in der soeben geschilderten ergänzenden Weise heranzuziehen, was neben dem Ausfragen der Versuchsperson nach Beendigung des Versuches das Zusammenarbeiten derselben mit Experimentator und Zeitmessungsinstrumenten als weitere Folge mit sich führte. Ist nun diese Verbindung eine wirkliche Vervollkommnung der Reaktionsversuche, wie Ach meint, oder ist sie es nicht? Daß das Zusammenarbeiten des Beobachters mit dem Experimentator schwerwiegende Nachteile mit sich führt, ist schon bemerkt worden. Immerhin, man könnte sich dies als ein notwendiges Übel gefallen lassen, wenn wirklich das nachträgliche Ausfrageverfahren für die Fixierung des flüchtigen Inhaltes der Selbstbeobachtung so bedeutende Vorteile mit sich führte, daß diese die Nachteile überwögen. Nun ist es allerdings keinem Zweifel unterworfen, daß das rasche Vergessen vieler nur flüchtig durch das Bewußtsein eilender Vorgänge, namentlich wenn sie zu den dunkler bewußten gehören, alle Aussagen über das in der Selbstbeobachtung Erlebte zu Fragmenten der Wirklichkeit macht, die noch dazu sicherlich in vielen Fällen durch Erinnerungstäuschungen gefälscht sind. Gerade darum ist die Wiederholung der Beobachtungen unter den gleichen Bedingungen bei diesen Versuchen ein unerlässliches Erfordernis, indem hier die in vorangegangenen Versuchen gemachten Beobachtungen ergänzt und eventuell berichtigt werden können. Dazu ist freilich nötig, daß nicht bloß irgendwie ähnliche, sondern möglichst identische psychische Inhalte erzeugt werden. Deshalb besteht auch einer der Hauptfehler der eigentlichen Ausfrageexperimente eben darin, daß sie eine solche identische Wiederholung ihrer Natur nach ausschließen. Es fragt sich nun: kann das nachträgliche Examen von Seiten des Versuchsleiters den aus der Flüchtigkeit der psychischen Inhalte und aus den Erinnerungstäuschungen entspringenden Lücken und Fehlern einigermaßen abhelfen? Ich glaube, daß auch diese Frage auf Grund ge-

läufiger und durch zahlreiche Experimente bestätigter Erfahrungen auf das entschiedenste mit Nein beantwortet werden muß. Das nachträgliche Ausfragen, weit entfernt die Flüchtigkeit der Erinnerung zu beseitigen, ist nur geeignet, durch die suggestive Wirkung der Frage die Reproduktion auf abliegende Wege zu lenken, eben dadurch aber zugleich die sonst vielleicht nur unbedeutenden Erinnerungstäuschungen ins unabsehbare zu steigern. Aus W. Sterns Versuchen über die Psychologie der Aussage sind ja diese Dinge genügend bekannt[1]). Ebenso weiß man, welche Rolle die Suggestion der Frage bei Gerichtsverhandlungen spielt, wenn etwa mehrere Zeugen über eine und dieselbe Tatsache, die sie gesehen haben, Auskunft geben sollen. Und bei den Ausfrageexperimenten handelt es sich nicht einmal um gesehene Tatsachen, sondern um rasch vergängliche, sehr oft nur dunkel bewußte Erinnerungsbilder! Wohl wird dem Experimentator empfohlen, er solle so vorsichtig wie möglich fragen und sich jeder Beeinflussung der Versuchsperson enthalten. Aber eine Frage ist an und für sich eine Beeinflussung, sie mag so vorsichtig wie möglich eingerichtet sein. Sie lenkt die Aufmerksamkeit in eine bestimmte Richtung und bewirkt dadurch, daß alle Erinnerungsinhalte, die nicht in dieser Richtung liegen, und die vielleicht noch reproduziert werden könnten, erst recht verschwinden. Außerdem suggeriert sie dem Beobachter, daß er in der Richtung etwas wahrgenommen habe, in der die Frage liegt, auch wenn er in Wirklichkeit nichts wahrgenommen hat. Und nicht bloß der Befragte unterliegt der suggestiven Wirkung, auch der Fragende steht notwendig unter dem Einfluß seiner aus früheren Erfahrungen oder Überlegungen oder auch aus theoretischen Überzeugungen entspringenden Vermutungen. Er mag noch so vorsichtig sein, nach irgend etwas muß er doch fragen; und woher sollte ihm der Inhalt seiner Frage kommen, wenn nicht aus seinen eigenen psychischen Erlebnissen, also aus seinen Erfahrungen, Vermutungen und möglicherweise aus seinen Vorurteilen? Das nachträgliche Examinieren über den Inhalt vorangegangener Selbstbeobachtungen ergibt also mit innerer Notwendigkeit das Resultat einer Art doppelter Suggestion, einer »Fremdsuggestion« des

[1]) William Stern, Zur Psychologie der Aussage. Experimentelle Untersuchungen über Erinnerungstreue. 1902.

Beobachters durch die vorgelegte Frage, und einer »Autosuggestion« des Versuchsleiters, der gewisse Erlebnisse in das Bewußtsein der Versuchsperson hineindenkt, um sie dann wiederum aus dieser herauszufragen, ein Doppelspiel, wie man es auch in der Praxis bei den Suggestivfragen der Untersuchungsrichter beobachten kann. Es ist, wie ich meine, in hohem Grade zu bedauern, daß sich N. Ach durch die Ausfrageexperimente verführen ließ, seine sonst trefflich angelegten Versuche durch diese Benutzung des nachträglichen Ausfragens schwer zu schädigen. So wie sie mitgeteilt sind, wo sich nicht einmal das von der Versuchsperson spontan Erinnerte von dem ihr Suggerierten unterscheiden läßt, können ihre Resultate nur als provisorische gelten, die der Nachprüfung durch weitere Versuche bedürfen, welche von diesen Fehlerquellen frei sind. Gegenüber den eigentlichen Ausfrageexperimenten haben jedoch immerhin die Reaktionsversuche mit Zuziehung der nachträglichen Frage den Vorzug, daß sie sich nicht auf verwickelte Gedankenbildungen, sondern auf relativ einfache psychische Vorgänge beziehen, und daß sie sich bei dieser der Kontrolle bedienen, die die exakte Zeitmessung der Vorgänge bietet.

6. Über die Methoden zur Untersuchung der Gedankentätigkeit.

Ich halte es nicht für billig, eine Methode zu tadeln oder gar als verfehlt nachzuweisen, ohne daß der Kritiker, der dies tut, zugleich, soweit er es vermag, die Mittel und Wege andeutet, die er für die richtigeren und aussichtsreicheren hält. Wenn ich dies im folgenden versuche, so gedenke ich dabei nichts wesentlich Neues mitzuteilen, was nicht in verschiedenen meiner psychologischen Arbeiten schon enthalten wäre. Gleichwohl scheint es mir nützlich, speziell im Hinblick auf die oben erwähnten »Gedankenexperimente«, kurz das Verhältnis zu erörtern, in welchem die bis dahin befolgten einseitigen Methoden der philologischen (linguistischen, mythologischen usw.) Untersuchung auf der einen und der reinen Selbstbeobachtung auf der anderen Seite zu der nach meiner Meinung auf diesen Gebieten ganz unerläßlichen Verbindung individual- und völkerpsychologischer Betrachtung stehen. Gerade die Psychologie der logischen Funktionen bietet, wie ich glaube, für die Aufzeigung dieses

Verhältnisses ein besonders günstiges Beispiel, weil man hier mehr als anderwärts versucht hat, ausschließlich mit einer jener einseitigen Methoden den Problemen näher zu treten. Das liegt hier offenbar in dem Gegenstand selbst begründet. Einerseits erscheint die Sprache als ein so unmittelbarer Ausdruck des Denkens, daß leicht die Meinung entstehen kann, es ließen sich ohne weiteres aus den sprachlichen Formen auch die psychologischen Gesetze des Denkens erschließen; anderseits begegnet uns das logische Denken überall als eine Tätigkeit des individuellen Bewußtseins, so daß es hier wiederum nahe liegt, es in dieser seiner unmittelbaren Gegenwart in der Selbstbeobachtung belauschen zu wollen. Daß trotzdem keine dieser Methoden zureicht, daß vielmehr jede von ihnen in ihrer isolierten Anwendung geeignet ist in die Irre zu führen, das zeigt die unbefangene Prüfung der hier wie dort gewonnenen Ergebnisse. Die philologische Methode scheitert, weil sie mit unzweifelhaften psychologischen Tatsachen in Widerspruch gerät. Die Methode der reinen Selbstbeobachtung scheitert, weil sie völlig unzulängliche Ergebnisse liefert, aus denen sich weder eine Psychologie der Sprache noch eine solche des Denkens gewinnen läßt.

Zwei Ansichten sind es hauptsächlich, die, in der Psychologie der Sprachforscher verbreitet, durch den Widerspruch, in den sie mit den einfachsten psychologischen Erfahrungen treten, die Unmöglichkeit beweisen, aus der Sprache allein eine Psychologie der Sprache zu gewinnen. Nach der einen dieser Ansichten sind Sprechen und Denken eins: es gibt kein Denken, das nicht ein inneres Sprechen wäre, eine Behauptung, die Geiger und Noiré zu der Hypothese gesteigert haben, das Denken sei erst durch die Sprache entstanden, mindestens habe diese erst aus den ursprünglichen halbartikulierten Lauten das zusammenhängende Denken gestaltet. Nach der anderen Ansicht besteht das Denken in einer Sukzession von Vorstellungen oder Begriffen, die in der Aufeinanderfolge der Wörter im Satze ihr Vorbild habe. Beide Meinungen sind falsch, wie jede unbefangene Selbstbeobachtung lehren kann. Die erste widerspricht, abgesehen von ihrer sonstigen inneren Unwahrscheinlichkeit, schon der bekannten Tatsache, daß wir nicht selten einen Gedanken bilden, für den wir die Worte nicht oder nur unvollständig zu finden wissen. Eine dahin gehörende Erscheinung ist auch das fragmentarische

Sprechen des Kindes, das manchen Menschen zeitlebens eigen bleibt, und das in den lückenhaften grammatischen Formen primitiver Sprachen sein Analogon findet. In allen solchen Fällen können möglicherweise die entsprechenden Gedankenelemente nur dunkler bewußt, aber sie müssen jedenfalls soweit vorhanden sein, als der Zusammenhang der übrigen Bestandteile dies fordert. Solche kleinere Lücken der Satzverbindungen leiten nun durch alle möglichen Zwischenstufen zu den größeren hinüber, die uns die innere Wahrnehmung fortwährend in dem sprachlichen Ausdruck unserer stillen Gedanken darbietet. Hier kann sich schließlich das Verhältnis völlig umkehren, so daß nur vereinzelte Wortrümmer zum deutlichen Bewußtsein kommen, während wir gleichwohl ganze Gedankenreihen aneinander fügen. Wie dabei diese Reihen selbst im Bewußtsein repräsentiert sind, das ist eine weitere, nur im Zusammenhang mit anderen psychologischen Beobachtungen zu beantwortende Frage, auf die wir unten zurückkommen werden. Hier genügt es, daß ein sprachloses Denken sowohl in der Form des mangelnden sprachlichen Ausdruckes für einzelne wesentliche Bestandteile eines Gedankens wie für einen ganzen Gedankenzusammenhang vorkommen kann. Die Hypothese, daß Sprechen und Denken zusammenfallen, ist damit zureichend als eine Fiktion dargetan, die durch die psychologische Selbstbeobachtung widerlegt wird.

Nicht anders verhält es sich mit der fast ausnahmslos in der Psychologie der Sprachforscher verbreiteten, noch von einem um manche psychologische Seiten der sprachlichen Erscheinungen so verdienten Gelehrten wie Herm. Paul festgehaltenen Ansicht, alles Denken bestehe in einer sukzessiven Verbindung von Vorstellungen und Begriffen, ähnlich wie sein Ausdruck in der Sprache eine Sukzession von Worten ist. Danach soll die Einheit des Gedankens nicht seinem Aussprechen vorangehen, sondern nachfolgen. Daß diese Hypothese mit der vorigen eng zusammenhängt, wenn auch nicht alle ihre Vertreter eine Identität von Sprechen und Denken behaupten, ist einleuchtend. Auch bei ihr wird ja angenommen, der Satz, wie ihn die Sprache gestaltet, sei ein treues Ebenbild des Gedankens, wenn man auch zugesteht, dieser könne möglicherweise in Vorstellungen verlaufen, die nicht Wortvorstellungen sind. Dennoch sollte in diesem Fall eigentlich schon die psychologische Betrachtung der sprachlichen Gebilde von der

Unhaltbarkeit dieser Hypothese überzeugen. Hängt doch selbst logisch der Anfang eines regulär gebildeten Satzes derart mit seinem Ende zusammen, daß es ganz unmöglich wäre, jenen Anfang zu bilden, wenn dieses Ende nicht schon stillschweigend mitgedacht würde. Das bestätigt denn auch die Selbstbeobachtung, die bei dem Aussprechen den deutlichen Eindruck erweckt, daß der Gedanke als Ganzes in unserem Bewußtsein steht, ehe wir ihn in seine Teile gliedern; und diese Selbstbeobachtung wird dann noch durch die weitere vervollständigt, die mit der Existenz des sprachlosen Denkens zusammenhängt, daß wir in einer größeren Gedankenkette über zahlreiche solche Gesamtvorstellungen hinweggleiten können, ohne uns irgendwie deren Teile im einzelnen zu vergegenwärtigen. Dies findet sich vor allem beim stillen, wortlosen Denken; aber es kommt auch beim sprachlichen Denken vor, wo solche bloß als Gesamtvorstellungen wirksame Zwischenglieder für den Denkenden selbst einer Gedankenreihe ihren vollgültigen logischen Zusammenhang verleihen, während der letztere für den, an den sich die Rede wendet, unverständlich werden kann.

Ist die Betrachtung der Sprache, ohne Rücksicht auf das, was uns die innere Wahrnehmung lehrt, für sich allein unvermögend, eine Psychologie des Denkens oder auch nur eine Psychologie der Sprache zustande zu bringen, so verhält es sich nun aber nicht anders, wenn man im Gegensatze dazu die Selbstbeobachtung zur einzigen Quelle für die psychologische Erkenntnis dieser verwickeltsten seelischen Vorgänge machen will. Das zeigen in überzeugender Weise auch die Resultate der Ausfrageexperimente. Freilich muß hinzugefügt werden, daß nach ihnen selbst alles, was die individuelle psychologische Bewußtseinsanalyse für die Lösung des Gedankenproblems leisten kann, nur sehr unvollkommen gewürdigt werden kann. Sind doch die Ausfrageexperimente, wie wir oben sahen, keineswegs musterhafte Selbstbeobachtungen, sondern Selbstbeobachtungen unter erschwerenden Umständen und unter Bedingungen, die die Selbsttäuschung mehr als die Selbstbeobachtung begünstigen. Überdies sind aber die methodischen Fehler durchaus nicht die einzigen, die diesen Versuchen anhaften. Ein anderer, ebenso schwer wiegender, der an sich nicht an die Methode des Ausfragens geknüpft ist, aber von ihren Vertretern, soweit sie sich mit dem Problem der Denk-

funktionen beschäftigt haben, so viel ich sehen kann, ausnahmslos gemacht worden ist, besteht darin, daß diese Forscher sofort das Problem für sich allein, ohne Rücksicht auf alles, was über die allgemeinen und relativ einfacheren Verhältnisse des Bewußtseins, der Aufmerksamkeit, des Verlaufs der psychischen Vorgänge usw. ermittelt ist, zu lösen suchen. Um alle diese Dinge, über die wir doch schon mannigfache Untersuchungen besitzen, deren Ergebnisse für die Beurteilung etwaiger Selbstbeobachtungen bei dem Gedankenprozeß natürlich von großer Bedeutung sind, kümmern sie sich überhaupt nicht. Nun könnte es ja sein, daß sie den bisherigen Arbeiten über diese Fragen mißtrauen und ihre Ergebnisse bezweifeln. Aber da es sich hier offenbar um Vorfragen handelt, deren Beantwortung unerläßlich ist, wenn man sich auf das Gebiet der komplexen Bewußtseinsvorgänge begeben will, so war es in solchem Fall jedenfalls ihre Pflicht, irgendwie zu den hier überall hereinspielenden Fragen nach dem Umfang des Bewußtseins, dem Verhältnis der dunkler bewußten zu den klarer bewußten seelischen Vorgängen, der Gefühle zu den Vorstellungsinhalten, der Vertretung dieser durch jene usw. irgendwie Stellung zu nehmen. Davon ist jedoch nirgends die Rede. Die Urheber dieser Gedankenexperimente sehen nicht rechts noch links: sie behandeln die Frage nach dem psychologischen Wesen des Denkens so, als wenn diese mit allen jenen anderen, elementareren Fragen nicht im allergeringsten Zusammenhang stünde, und als wenn sie selbst eine Aufgabe der einfachsten Art wäre, die sich mit den einfachsten Mitteln, durch eine direkte Frage an die Natur, in diesem Fall also durch eine solche an den, der einen Gedanken gehabt hat, endgültig beantworten ließe.

Und was ist nun diese Antwort, was das letzte Resultat der Ausfrageexperimente? Wenn man von den nachträglichen ausschließlich logischen Reflexionen der Beobachter und der Versuchsleiter absieht, die an sich mit den psychologischen Ergebnissen der einzelnen Versuche überhaupt nichts zu tun haben, und die ein reiner Logiker auch ohne Experimente und ohne Selbstbeobachtungen anstellen könnte, so lautet das Resultat: die Beobachter haben überhaupt nichts beobachtet. Nicht als ob sich nicht in den der Ausfrage unterworfenen Versuchspersonen irgend etwas ereignet hätte. Der Gedanke als Ganzes stand schließlich deutlich vor ihrem Bewußtsein. Aber dieser

Gedanke war körperlos. Er entbehrte jedes Substrats von Empfindungen, Gefühlen, Vorstellungen oder sonstigen irgendwie faßbaren Bewußtseinsinhalten. Diese huschten wohl gelegentlich durch das Bewußtsein, aber so zufällig, so augenscheinlich zumeist außer Zusammenhang mit dem Gedanken selbst, daß sie mit Fug und Recht als zufällige Begleiterscheinungen betrachtet werden konnten. Was ist also schließlich der Gedanke selbst? Er ist — so lautet das Schlußergebnis — ein Bewußtseinsinhalt sui generis, verschieden von allem, was wir sonst zu den Bewußtseinserlebnissen rechnen, insbesondere verschieden von dessen sinnlichen Bestandteilen. Damit sind wir glücklich wieder bei dem »Actus purus« der Scholastiker angelangt. Diese hatten ihn freilich nicht durch Ausfrageexperimente gewonnen, sondern er galt ihnen als eine notwendige Konsequenz aus dem *νοῦς ποιητικός* des Aristoteles. Der tätige, stofflose Geist könne, so meinten sie, selbst nur Stoffloses hervorbringen. Die neuere Psychologie hat, in dem Maße als in ihr die empirischen über solche metaphysische Motive obsiegten, diesem dualistischen Spiritualismus entsagt. Geht ihr auch der geistige Gehalt keineswegs in seiner sinnlichen Hülle auf, so meint sie doch im ganzen, daß er dieser nirgends entbehren könne. Da erwächst nun, so scheint es, unvermutet dem alten »Actus purus« der Scholastik eine Hilfe mitten heraus aus der experimentellen Psychologie. Doch sollten nicht etwa schon hinter jenem Actus purus der Scholastik und weiter zurück hinter dem stofflosen Nus des Aristoteles neben anderen Motiven auch empirische verborgen gewesen sein? In der Tat darf man sich darüber wohl nicht täuschen: die geistigen Vorgänge erscheinen noch heute dem von psychologischer Analyse nicht angekränkelten naiven Beobachter stofflos. Sie bewegen sich ja weder als sinnlich wahrnehmbare Körper außerhalb unseres Bewußtseins, noch sind sie meist auch nur als flüchtige Erinnerungsbilder zu erhaschen. Die Vertreter des Ausfrageexperimentes kehren also in dieser Beziehung nur zu der allverbreiteten Anschauung von der Natur der geistigen Vorgänge zurück, die erst die empirischen Philosophen von der Schule Lockes mit etwas plumper Hand zu zerstören meinten, indem sie kurzweg das, was sie in der objektiven sinnlichen Wahrnehmung beobachteten, in diese subjektivsten Erlebnisse hineintrugen. Nur meinten sie, die lebendige Wirklichkeit werde durch das Denken in eine

Schattenwelt verwandelt, deren einzelne Objekte, die Begriffe, von zahlreichen Gegenständen der Wahrnehmung ihr Gepräge empfangen sollten. Das war nun freilich eine nicht nur unzulängliche, sondern mehr noch eine durch philosophische Vorurteile gefälschte Auffassung der Dinge, wie sie, in einem relativ naiven Stadium empirisch-psychologischer Analyse begreiflich, heute kaum mehr verzeihlich ist. Das haben auch die Vertreter des Ausfrageexperimentes richtig erkannt. So kehren sie denn zum Standpunkt des wirklich naiven, noch von keinerlei empiristischen oder sonstigen philosophischen Lehren infizierten Bewußtseins zurück: die Gedanken sind überhaupt nichts, was sich irgendwie mit unseren sonstigen Bewußtseinsinhalten vergleichen ließe; sie sind ein spezifischer Inhalt, — der Gedanke ist nur durch sich selbst definierbar. Wie sich aber etwa ein Gedanke von einem anderen unterscheidet, und wie sich vollends dieser als ein Ding an sich existierende Gedanke gelegentlich in Vorstellungen oder Worte umsetzen könne, das bleibt dahingestellt.

Um dieses negative Resultat zu begreifen, ist es, wie ich glaube, nicht genug, daß man die mangelhafte Methode der Ausfrageexperimente berücksichtigt, die allerdings kaum etwas anderes erwarten ließ, sondern man muß sich auch die psychologischen Voraussetzungen der Beobachter selbst vergegenwärtigen. Diese gehen, wie bemerkt, direkt auf ihr Ziel los: sie behandeln die Gedankenexperimente wie ein Reich für sich, bei dem man alles, was etwa die Psychologie über Bewußtseinsvorgänge überhaupt ermittelt hat, nicht weiter zu berücksichtigen brauche. So fließen bei diesen Autoren insbesondere Bewußtsein und Aufmerksamkeit offenbar in Eines zusammen. Was sie deutlich wahrnehmen, das ist im Bewußtsein. Ob in diesem nicht noch manches andere enthalten sein könne, was man im Augenblick nicht eben deutlich wahrnimmt, diese Frage kümmert die Beobachter wenig. Demnach ist ihre Erwartung bei den Ausfrageexperimenten von vornherein auf folgende Alternative eingestellt: entweder bewegen sich die Vorstellungen und Worte sukzessiv, so wie wir sie in einem Satze etwa aussprechen, bei der Bildung eines Gedankens durch unser Bewußtsein, oder sie tun es nicht, so daß wir die einzelnen den Gedanken etwa konstituierenden sinnlichen Bestandteile überhaupt nicht wahrnehmen können. Ist das erstere der Fall, so hat die »sensualistische« Gedankentheorie recht,

wie sie von Locke an bis in die neueren Zeiten sich fortpflanzte. Ist das letztere der Fall, so hat sie unrecht, und der Gedanke besteht überhaupt nicht aus einzelnen Vorstellungen, sondern er ist ein psychisches Gebilde spezifischer Art. Nun zeigen die Ausfrageexperimente, wie zu erwarten war, daß die erste dieser Voraussetzungen nicht zutrifft, — also muß die zweite wahr sein: der Gedanke ist wirklich ein »Actus purus«. Daß er nicht ausdrücklich so genannt wird, tut nichts zur Sache: das Wesen der auf die Experimente gegründeten Auffassung wird durch diesen Begriff gedeckt.

Nun ist es immer ein bedenklicher Schritt, auf negative Ergebnisse positive Schlüsse zu gründen. Es erweckt den Verdacht, möglicherweise könnten Bedingungen übersehen oder Voraussetzungen gemacht worden sein, deren Beachtung nötigen würde, bei dem negativen Resultat stehen zu bleiben, daß die Versuche überhaupt kein Resultat gehabt haben. In der Tat ist das meine Meinung. Auch glaube ich, daß man nur deshalb dazu gelangen konnte, an die Stelle dieses Nichts ein scheinbares Etwas in Gestalt jenes Actus purus zu setzen, weil stillschweigend bei der Beurteilung der Versuche eine fundamentale Voraussetzung gemacht wurde, deren Beseitigung das ganze Ergebnis in Frage stellt: nämlich die Voraussetzung, daß alles, was man überhaupt im Bewußtsein habe, auch in der Selbstbeobachtung unmittelbar gegeben sein müsse, d. h. die Annahme einer Identität von Bewußtsein und Aufmerksamkeit. Diese Annahme ist falsch, wie schon zahlreiche gewöhnliche Selbstbeobachtungen wahrscheinlich machen, und wie die tachistoskopischen Versuche, die Ermittelungen über den Umfang rhythmischer Zeitvorstellungen und andere wohlbekannte Ergebnisse der experimentellen Psychologie zur Evidenz beweisen. Darum ist der Actus purus der Gedankenexperimente keine Tatsache der Beobachtung, für die er sich ausgibt, sondern eine Folgerung aus mangelhaften Beobachtungen und falschen Voraussetzungen[1]).

[1]) Da diese falschen Voraussetzungen hier, wie in so manchen anderen Fällen, denen, die sie machen, offenbar als selbstverständlich gelten, so darf man sich übrigens nicht wundern, wenn sie von ihnen auch andern unterstellt werden, die sie nicht teilen. So bekämpft K. Bühler meine Bemerkung, »jeder Denkakt müsse in der Form bestimmter Einzelvorstellungen gegeben sein«, indem er augenscheinlich annimmt, auch mir gelte jede im Bewußtsein enthaltene Vorstellung als eine solche, die an und für sich auch unserer Selbstbeobachtung gegeben sei. Indem er dann

Nun glaube ich in der Tat, daß man schon auf Grund der bloßen Selbstbeobachtung, wenn man sich von falschen Voraussetzungen frei hält und die sonstigen Ergebnisse der Psychologie zu Rate zieht, zu minder negativen Ergebnissen gelangen kann, als es der Ausfragemethode begegnet ist. Aber ich glaube auch, wie ich schon oben bemerkte, daß die reine Selbstbeobachtung dazu ebenso unzulänglich ist wie die reine Linguistik, daß wir vielmehr beide miteinander und mit der allgemeinen Psychologie der Bewußtseinsvorgänge kombinieren müssen, um bei diesen schwierigen Problemen zu irgend einem brauchbaren Ergebnisse zu gelangen. Wenn ich zum Schlusse anzudeuten versuche, wie dies geschehen kann, so fasse ich damit nur zusammen, was ich in meinen Arbeiten über diesen Gegenstand eingehender schon erörtert habe. Vielleicht ist es aber gerade wegen der weit verzweigten Beziehungen der Probleme nützlich, hier die Hauptergebnisse eines solchen kombinierenden Verfahrens auch vom methodologischen Gesichtspunkte aus kurz zu beleuchten.

Meine Studien über die Psychologie der Sprache sind, wie ich hier wohl bekennen darf, zunächst nicht von der Sprache selbst, sondern von der subjektiven Beobachtung ausgegangen. Nicht als ob ich eines schönen Tages begonnen hätte, planmäßige Selbstbeobachtungen über die Frage, wie man denkt und spricht, auszuführen.

weiterhin einzelne Sätze, die er dem einleitenden Abschnitt meiner Logik entnimmt, herausgreift und andere unbeachtet läßt, gelingt es ihm nahezu, mich als den Vertreter der alten, von mir nachdrücklich zurückgewiesenen Lehre darzustellen, nach der die Begriffe als abgeblaßte Erinnerungsbilder hintereinander aufmarschieren sollen, um einen Denkakt zu bilden. An einer anderen Stelle erklärt dieser Autor, meine Lehre von der Gesamtvorstellung und ihrer Gliederung enthalte »zweifellos etwas Richtiges«. Aber ich soll meine Beobachtungen »zu schnell generalisiert« haben, indem ich »die Zerlegung einer Gesamtvorstellung zum Schema κατ' ἐξοχήν der psychologischen Vorgänge mache, welche die Satzbildung begleiten« (S. 49 f.). Wenn der Verf. einige Seiten weiter gelesen hätte, so würde er bemerkt haben, daß er sich irrt, und wenn er den dort (Logik [3] I, S. 62) gegebenen Hinweisen auf meine Sprachpsychologie nur ein wenig gefolgt wäre, so würde ihm nicht entgangen sein, daß ich im geraden Gegensatze zu der mir zugeschriebenen Meinung die dem Prinzip der dualen Gliederung folgenden Gedankenbildungen in ihren Wirkungen auf den Satzbau als das späte Produkt einer assoziativen, jener dualen Gliederung nicht unterworfenen Gedankenform darzutun versucht habe, die nicht nur in zahlreichen Resten in die prädikative Form unserer Aussagesätze hineinragt, sondern sich in gewissen anderen attributiven Satzformen noch völlig erhalten hat. Man muß nicht jeden Autor, der über einen Gegenstand geschrieben hat, lesen; aber wenn man ihn kritisiert, so sollte man ihn immerhin auch gelesen haben.

Vielmehr suchte ich mir gelegentlich im Moment spontaner Gedankenproduktion und ihrer sprachlichen Äußerung über die im Bewußtsein ablaufenden Vorgänge Rechenschaft zu geben, ohne die Erscheinungen willkürlich hervorzubringen, noch überhaupt während ihres Ablaufs die Aufmerksamkeit auf sie zu richten, sondern nach der altbewährten Regel, das spontan Erlebte nach seinem Ablauf so gut wie möglich ins Gedächtnis zurückzurufen. Ich bin jetzt noch der Meinung, daß dieses Verfahren der Beobachtung des Denkens während seiner Produktion dem einer Reproduktion von außen dargebotener Gedanken ebenso vorzuziehen ist, wie der ungezwungene Zustand des spontanen Denkens dem erzwungenen einer Examenspresse. Bei solchen Selbstbeobachtungen wurde mir nun vollkommen klar, daß man einen Gedanken nicht erst bildet, während man den Satz ausspricht, sondern daß er, bevor wir nur zum ersten Worte ansetzen, als Ganzes schon in unserem Bewußtsein steht. Dabei findet sich allerdings zunächst keine einzige der Wort- oder sonstigen Vorstellungen, die sich bei dem Durchlaufen und dem sprachlichen Ausdrucke des Gedankens bilden, in dem Blickpunkte des Bewußtseins, sondern erst in dem Moment, wo wir den Gedanken entwickeln, werden nun seine einzelnen Teile sukzessiv zu deutlichem Bewußtsein erhoben.

Wer sich bei diesem nächsten Ergebnis der Selbstbeobachtung beruhigen wollte, der könnte nun möglicherweise zu einer Auffassung gelangen, die von dem Actus purus der Ausfrageexperimente nicht allzuweit abliegt. Er würde vielleicht sagen: der Gedanke ist im Bewußtsein, aber ich denke ihn doch in allen den Teilen, aus denen er besteht, nicht mit Bewußtsein, also ist er ein mittels der mir sonst bekannten Bewußtseinselemente nicht definierbares, d. h. ein spezifisches Gebilde, wie ja nach vielen Philosophen und Psychologen auch der Wille ein solches spezifisches Gebilde ist. Da jedoch der Beobachter, den ich voraussetze, keiner Examenspresse unterworfen ist und niemand mit der Uhr neben ihm steht, um zu notieren, wie schnell er mit seinem Gedanken fertig wird, sondern da er seine spontane Gedankenproduktion unbefangen, nachdem sie geschehen ist, in der Erinnerung erneuert, so würde ihm wahrscheinlich nicht entgehen, was den Gedankenexperimentatoren in Anbetracht der ungünstigen Bedingungen ihrer Beobachtung offenbar entgangen

ist. Er würde bemerken, daß in jenem Augenblick, wo die Gesamtvorstellung im Bewußtsein steht, sie freilich nicht als eine in allen ihren Teilen klare Vorstellung apperzipiert wird, daß sie aber zunächst in ihrer Totalität eine Gefühlswirkung ausübt, die in ihrer Beschaffenheit dem Charakter des Gedankens adäquat ist, wie wir dies nachträglich, wenn er sich in seine Teile entwickelt hat, bestätigen können. Am deutlichsten tritt das bei solchen Gedankeninhalten hervor, denen selbst eine besonders lebhafte Gefühlsfärbung zukommt. Einem poetischen Gedanken z. B. geht, ehe wir ihn uns irgend klar vergegenwärtigen, ein ästhetisches Gefühl voraus, das seine Wirkung auf unser Gemüt in ihrer vollen Qualität und Stärke vorausnehmen kann. Wenn ein ethischer Gedanke sich in uns formt, so ist die vorausgehende Gemütsbewegung nicht selten ebenso stark wie diejenige, die der klaren Formung des Gedankens nachfolgt, namentlich aber entspricht sie diesem so vollkommen in ihrer eigentümlichen Färbung, daß wir eben daraus zugleich die praktische, unmittelbar und ohne deutliche Vergegenwärtigung der Vorstellungsinhalte zum Handeln treibende Macht solcher Gefühle begreifen. Eine zweite Erscheinung, die wir bei der spontanen Gedankenproduktion leicht wahrnehmen können, und die unter dem Zwang der Ausfrage offenbar verschwindet, besteht ferner darin, daß, wo etwa die natürliche Gedankenproduktion eine Hemmung erfährt, sei es infolge von Schwierigkeiten der Gedankenbildung selbst oder der Wortfindung, einzelne Vorstellungs- und Wortbestandteile sich plötzlich unserer Aufmerksamkeit aufdrängen und wieder schnell, wie sie gekommen sind, aus ihr verschwinden, ein Vorgang, der die größte Ähnlichkeit mit der wechselnden Apperzeption der Teile eines sehr zusammengesetzten Eindruckes der sinnlichen Wahrnehmung hat, in welch letzterem Falle schon der fortdauernde Eindruck auf das Sinnesorgan es mindestens im höchsten Grade wahrscheinlich macht, daß solche nicht apperzipierte Elemente keineswegs aus dem Bewußtsein verschwunden sind. Machen wir daraus die Anwendung auf den Gedankenprozeß, so sind wir wohl schon zu vermuten berechtigt, daß es sich bei ihm nicht anders verhalten werde, und daß sich eben in jenen deutlich sich aufdrängenden Gefühlsreaktionen die dunkler im Bewußtsein stehenden Bestandteile des Gedankens verraten.

So weit würde, wie ich meine, schon ein aufmerksamer, in psycho-

logischem Denken nicht ganz ungeübter Beobachter ohne alle Kenntnis der wissenschaftlichen Psychologie kommen können, wenn er sich nur seine eigene spontane Gedankenproduktion vergegenwärtigen wollte. Ein Psychologe, der mit der erforderlichen Vorsicht und Methode verfährt, wird aber durch solche immerhin nur fragmentarische und andeutende Ergebnisse der Selbstbeobachtung vor allem veranlaßt werden, sich nach den sonstigen Tatsachen umzusehen, die ihm durch die Beobachtung der einfacheren Bewußtseinsvorgänge entgegengebracht werden, und auf die jene Selbstbeobachtungen auf das dringendste hinweisen. Da bieten sich nun zunächst die Beziehungen zu den bei den Assoziationsexperimenten gemachten Erfahrungen, wie sie Scripture und Cordes beschrieben haben, und wie sie in manchen Selbstbeobachtungen von M. Giessler ihre Parallele finden[1]). In diesen Versuchen und Beobachtungen verrät sich deutlich die ungeheure Bedeutung, die bei allen Vorgängen der Assoziation, Reproduktion und der durch beide vermittelten Verbindungen der Vorstellungen die an diese gebundenen Gefühle besitzen. Für die Wirksamkeit der dunkler bewußten Inhalte sind dabei besonders die zeitlichen Verhältnisse von Vorstellung und Gefühl bezeichnend. Sie führen zu dem Schlusse, daß vielfach ganz dunkel bewußte Vorstellungen durch außerordentlich intensive und deutliche Gefühle sich uns ankündigen können, eine Beziehung, aus der sich zahlreiche Erscheinungen der gewöhnlichen Selbstbeobachtung erklären. Nun würde man freilich diese Tatsachen der Gefühlspsychologie, wenn sie für sich allein dastünden, vielleicht auch dahin deuten können, daß man, wie dies ja manche Psychologen getan haben, die Vorstellungssubstrate ins »Unbewußte« verlegte, wonach eventuell auch die »Gesamtvorstellungen« bei der Gedankenbildung als etwas unbewußtes angesprochen werden könnten. Das würde eine Hypothese sein, die immer noch besser wäre, als der Actus purus der Ausfragepsychologen, weil sie wenigstens auf den spezifischen, undefinierbaren Charakter der »Gedanken« verzichtete. Doch dieser Anschauung vom Denken als einer unbewußten Funktion des Geistes treten zunächst die Resultate der tachistoskopischen und dann vor allem die der rhythmischen Versuche entgegen, die

---

[1]) Vgl. meine Physiol. Psychologie [5] III, S. 110 ff.

nicht für das Bewußtsein überhaupt, immerhin aber für das, worauf es bei den Beobachtungen der Gedankenverbindungen vor allem ankommt, für den Umfang einer Gesamtvorstellung ein gewisses Maß zu gewinnen möglich machen. Die tachistoskopischen Versuche zeigen uns deutlich, wie sehr Bewußtsein und Aufmerksamkeit nicht bloß in der Art der Auffassung des unserer inneren Wahrnehmung gegebenen, sondern auch in dem Umfang der Gebiete, die beide beherrschen, voneinander verschieden sind. Auf alles das, was uns diese Versuche in ihren neueren Fortbildungen namentlich über die Abstufung der Klarheitsgrade und deren Bedingungen, sowie über den Umfang und die Motive des Wanderns der Aufmerksamkeit gelehrt haben, will ich nur kurz hinweisen. Hier kommt bloß das eine wesentliche Resultat in Betracht, daß sich die bei den älteren Vertretern der Selbstbeobachtung zuweilen bestehende und augenscheinlich bei den Ausfrageexperimenten immer noch festgehaltene Meinung, Aufmerksamkeit und Bewußtsein seien identisch, als völlig unhaltbar erweist. Es ist selbstverständlich, daß diese falsche Meinung es von vornherein unmöglich macht, Problemen, bei denen die Wechselbeziehungen zwischen der Aufmerksamkeit und den dunkleren Bewußtseinsinhalten eine Rolle spielen, irgendwie beizukommen. Direkter noch berührt sich aber das Problem der Gedankenexperimente mit der Frage des Bewußtseinsumfanges oder, näher formuliert, mit der Frage, wie umfassend der Gesamtumfang einer mit der Mehrzahl ihrer Bestandteile dunkler bewußten, nur in einzelnen Elementen in die Region der direkten Apperzeption hereinreichenden Vorstellung sein kann. Diese Versuche sind unter verschiedenen Bedingungen, jedoch stets mit demselben allgemeinen Ergebnis ausgeführt worden, von den älteren, noch in ihren Hilfsmitteln beschränkten Experimenten G. Dietzes an bis auf die neueren, exakter ausgeführten und sie nach verschiedenen Richtungen erweiternden von J. Quandt[1]). Das Kriterium für den Gesamtumfang einer im Bewußtsein zusammengehaltenen Gesamtvorstellung ist hierbei die Verbindung ihrer Teile zu einem rhythmischen Ganzen, das Kriterium für das Überschreiten dieser Grenze das plötzliche Abbrechen des

---

[1]) G. Dietze, Philos. Studien II, S. 362 ff. J. Quandt, Psychologische Studien I, S. 137 ff. Vgl. auch Physiol. Psychol. [5] III, S. 351 ff.

Zusammenhanges. Diese Plötzlichkeit des Versagens ist zugleich ein sprechendes Zeugnis für eine bestimmte, hier relativ fest gezogene Grenze. Daß eine solche Grenze etwa innerhalb der im Unbewußten schlummernden Reste einer rhythmischen Reihe existieren könnte, widerstreitet ebenso dem vollkommen stetigen Übergange der Takte aus den klar bewußten in die dunkleren Regionen des Bewußtseins, wie der sehr viel längeren Dauer und der viel größeren Gleichmäßigkeit, mit der anderseits die wirklich aus dem Bewußtsein verschwundenen Vorstellungen als bloße Dispositionen oder »Reproduktionstendenzen« bereit sind, wieder in das Bewußtsein zu treten. Wer jemals bei rhythmischen Versuchen dieses plötzliche Versagen der Zusammenfassung einer rhythmischen Reihe erlebt hat und ebenso aus den Wiedererkennungs- und Erinnerungsversuchen mit den ganz anderen, lange dauernden Wirkungen der eigentlichen Reproduktion vertraut ist, der kann sich der Überzeugung unmöglich verschließen, daß es sich hier um zwei total verschiedene Erscheinungen handelt, von denen die erste auf einem unmittelbaren, in sich zusammenhängenden Bewußtseinsvorgange beruht, während die andere zwei völlig voneinander geschiedene Akte enthält. Zwischen zwei solche Erinnerungsakte können darum auch beliebige, völlig disparate Eindrücke sich einschieben, während der Zusammenhang einer Gesamtvorstellung durch eine derartige Unterbrechung unrettbar verloren geht. So widerlegen denn diese Beobachtungen ebenso die aus der Verwechselung zwischen Bewußtsein und Aufmerksamkeit hervorgegangene und, wie es scheint, noch immer nicht ganz überwundene Meinung, daß das Bewußtsein in jedem Moment auf ganz wenige, eventuell auf eine einzige Vorstellung beschränkt sei, wie die umgekehrte, dereinst von Leibniz auf Grund metaphysischer Spekulationen gemachte Annahme, daß das Bewußtsein überhaupt keine Grenze habe, sondern das dunkel Bewußte immer nur in ein noch dunkler Bewußtes übergehen könne. Vielmehr gibt es eine sehr bestimmte Grenze zwischen Bewußt und Unbewußt. Sie ist empirisch nachweisbar; und sie ist weit genug, um das »Unbewußte« von allen den psychischen Funktionen zu entlasten, die ihm z. B. Th. Lipps zuweist. Dieses scheinbar Unbewußte wird aber damit zugleich aus der Region bloßer Spekulationen in das Gebiet des durch den Versuch Erreichbaren und der experimentellen Beeinflussung direkt Zugänglichen erhoben.

Ich hebe aus den Ergebnissen der rhythmischen Versuche folgende rhythmische Reihe hervor, die gerade noch von einem geübten Beobachter zusammengefaßt und als identisch mit einer vorangehenden gleichen oder als verschieden von einer auch nur um ein einziges Taktglied oder Taktelement abweichenden Reihe erkannt wird, die aber die Grenze des Bewußtseins erreicht oder ihr mindestens sehr nahekommt:

Die Rhythmisierung ist durch die Zahl der Punkte über den gehobenen Taktelementen angedeutet, indem drei Punkte die stärkste, zwei eine mittlere und einer die schwächste Hebung bedeuten. Fünf Viervierteltakte kann man demnach bei einer passenden Geschwindigkeit der Taktschläge leicht zusammenhalten und eine folgende gleiche Reihe als rhythmisch identisch unmittelbar auffassen. Das sind vierzig Einzeleindrücke, zwanzig kleinere und fünf größere rhythmische Glieder, also ein nicht unbeträchtlicher Umfang, der, wie man sieht, auf irgendwelche, ebenfalls in sich zusammenhängende Gedankenoperationen übertragen, manches umfassen kann, was unserer Selbstbeobachtung, falls diese nur den direkt apperzipierten Inhalten zugewandt ist, entgehen muß. Die Hauptfrage, die uns hier interessiert, ist nun aber: wie erkennen wir denn eine solche zweite Reihe unmittelbar als dieselbige wieder, wenn sie, durch einen Klingelschlag getrennt, im unmittelbaren Anschlusse an die erste Reihe wiederholt wird? Müssen etwa die zwei Reihen wie zwei Palisadenreihen in unserem Bewußtsein nebeneinanderstehen, so daß sich dadurch die Zahl der zusammengefaßten Elemente gar auf 80 vergrößern würde? Die Versuche geben darauf eine unzweideutige Antwort. Wenn wir eine kürzere rhythmische Reihe, z. B. bloß einen einzigen 4/4 Takt, nach längerer Zeit, in der er unzweifelhaft aus dem von ganz anderen Dingen in Anspruch genommenen Bewußtsein verschwunden war, wiederholen, so erkennen wir ihn auch unter diesen Umständen deutlich wieder. Aber wir erkennen ihn offenbar nicht deshalb wieder, weil er selbst noch vorhanden wäre, sondern weil jede Taktform ein eigenartiges rhythmisches Gefühl erzeugt, das von dem einer be-

liebigen anderen Taktform charakteristisch verschieden ist. Dieses Gefühl reproduziert sich nun, sobald die gleiche Taktform wieder auf uns einwirkt. Diese bei einfacheren Reihen leicht zu beobachtende Erinnerungserscheinung, bei der das eigentlich erinnerte Objekt nicht die zusammengesetzte Vorstellung, sondern das dieser anhaftende Gefühl ist, ereignet sich nun genau in derselben Weise auch bei jener Wiederholung einer vielgliedrigen Reihe, nur daß hier die Zeit, die zwischen dem ersten Eindrucke und der Wiederholung verfließt, entsprechend der Komplikation eine wesentlich kürzere sein muß. Jene aus fünf Viervierteltakten aufgebaute Reihe hinterläßt nicht minder wie der einzelne Viervierteltakt ein rhythmisches Gefühl, nur ist dieses hier ein anderes als dort: es ist ein Totalgefühl[1]), das auf einer Reihe rhythmischer Partialgefühle von verschiedener Ordnung sich aufbaut. Neben den Harmoniegefühlen sind es besonders die rhythmischen Gefühle, bei denen sich diese für das gesamte Gefühlsleben, von dem Gemeingefühl an bis zu den höheren ästhetischen, intellektuellen und sonstigen zusammengesetzten Gefühlswirkungen überaus wichtige Konstitution der Gefühle nachweisen läßt. Auch darf man in diesem Falle, gerade bei den rhythmischen Gefühlen, wohl erwarten, daß niemand ihre Existenz leugnen wird. Selbst der rücksichtsloseste Intellektualist muß ja zugeben, daß beim Anhören eines Rhythmus, bestehe er auch nur aus den gleichgültigen Taktschlägen des Metronoms, noch etwas anderes in unserem Bewußtsein ist, als eine Aufeinanderfolge von Schallempfindungen. Selbst die in solchen Fällen manchmal beliebte scholastische Verkleidung dieses Gefühlseindruckes in ein »Urteil« gibt schließlich der Sache nur einen anderen Namen, indem sie die möglicherweise bei dem reflektierenden Beobachter dem unmittelbaren Gefühl nachfolgende Beurteilung der objektiven Bedingungen desselben dem Gefühl selbst substituiert.

Diese experimentellen Ergebnisse über den Umfang einer im Bewußtsein zusammengehaltenen rhythmischen Gesamtvorstellung und über das Totalgefühl, das als ihr Effekt zurückbleibt, rücken nun erst, wie ich glaube, jene Erscheinungen, die sich der Selbstbeobachtung bei der spontanen Gedankenbildung darbieten, in eine hellere Beleuchtung. Auch hier ist ja der Gedanke unbedingt als eine Gesamt-

---

[1]) Über Totalgefühle vgl. Physiol. Psychologie [5] II, S. 341 ff.

vorstellung gegeben, und auch hier prägt sich der Inhalt dieser Gesamtvorstellung in der Form eines Totalgefühls aus, nur daß das letztere in diesem Falle, wie dies die veränderten Bedingungen mit sich bringen, nicht dem Eindrucke des Ganzen nachfolgt, sondern ihm vorausgeht. An die Stelle jenes rhythmischen Zusammenhanges der Glieder des Ganzen tritt aber hier ein logischer, von dem wir wohl voraussetzen dürfen, daß er nicht minder umfassend sein könne als jener. In Anbetracht der allgemeinen Gesetzmäßigkeit des psychischen Lebens dürfen wir jedenfalls annehmen, daß die Ermittelungen über den Umfang des Bewußtseins für rhythmische Vorstellungen, möglicherweise mit Abweichungen, die durch den besonderen Charakter der psychischen Inhalte bedingt sind, aber in ihrem allgemeinen Resultate auch hier Anwendung finden. Nur kehrt sich, den veränderten Bedingungen entsprechend, das dort beobachtete Erlebnis bei der dem Gedanken vorausgehenden Gesamtvorstellung gewissermaßen um. Unter dem Zusammenwirken äußerer Eindrücke und latenter Dispositionen tritt die logische Gesamtvorstellung als Ganzes in das Bewußtsein. Als solches besteht sie aus dem gleichen Zusammenhange einzelner Vorstellungen, in die sie nachher das diskursive Denken in sukzessiver Apperzeption des Einzelnen gliedert. Aber sie ist mit allen diesen Teilen dunkel bewußt, und nur weil sie das ist, kann sie überhaupt als ein simultanes Ganzes gegeben sein, das durch das ihm eigene Totalgefühl, nicht selten aber auch, namentlich wenn der Prozeß der Gedankengliederung gehemmt wird, in einzelnen seiner Vorstellungselemente in den Blickpunkt des Bewußtseins eintritt. Die eigentliche Entwicklung oder, wie wir sie hier wohl bezeichnender nennen könnten, die Auswickelung des Gedankens, besteht nun in dem sukzessiven Erfassen der einzelnen Bestandteile der im Hintergrunde des Bewußtseins stehenden Gesamtvorstellung. Dabei kann dann dieser Prozeß namentlich bei zusammengesetzteren Gedankenbildungen durch aufsteigende Assoziationen unterbrochen werden, die, als Elemente, die in jener dunkel bewußten Gesamtvorstellung noch nicht enthalten waren, durch die bei der lebendigeren Vergegenwärtigung der Einzelvorstellungen erwachenden reproduktiven Wirkungen hinzutreten. Solche sekundäre Assoziationen lassen sich sehr wohl schon in der Selbstbeobachtung von den bereits im Bewußtsein anwesenden, nur

dunkler bewußten Gedankenelementen unterscheiden. Sie treten uns nicht, wie die ursprünglichen Gedankeninhalte, gewissermaßen als etwas Selbstverständliches, sondern als etwas Neues, nicht selten mit einem deutlichen Gefühle der Überraschung, entgegen.

Soweit reicht schon die durch die experimentelle Methode geschulte Selbstbeobachtung, wenn sie die anderweitig festgestellten experimentellen Resultate beachtet. Aber weiter reicht sie nicht. Um den Gesetzen auf die Spur zu kommen, nach denen sich der Gedanke gliedert, um die Beziehungen zu ermitteln, in denen seine Produktion zu den mitten in seine Gliederung hineintretenden und mit ihm sich verwebenden reproduktiven Elementen steht, dazu muß man den Gedankenausdruck in der Sprache zu Hilfe nehmen. Freilich hat man dabei nicht in der Weise der einseitig linguistischen Psychologie Sprechen und Denken identisch zu setzen, sondern dessen eingedenk zu sein, daß das Gesprochene lediglich eine äußere Wirkung des Gedachten ist, eine Wirkung, aus der wir erst unter Zuhilfenahme der Selbstbeobachtung auf ihre psychischen Ursachen zurückschließen dürfen. Daß letzteres nicht nur erlaubt, sondern geradezu notwendig ist, wenn wir den tiefer liegenden Problemen der Gedankenbildung näher treten wollen, ist einleuchtend. Finden sich doch alle jene Besonderheiten der Gedankenbildung, die sich der Selbstbeobachtung notwendig entziehen, oder die höchstens in unsicheren Fragmenten zu erhaschen sind, erst in dem Gedankenausdruck der Sprache als festere, gewissermaßen objektiv gewordene und dadurch unserer psychologischen Analyse ganz anders Stand haltende Formen. Doch ich kann es hier unterlassen, auf diesen dem gegenwärtigen Thema ferner liegenden und anderwärts von mir behandelten Gegenstand näher einzugehen.

Die Frage, welches der beiden, auf verschiedenen Wegen der Selbstbeobachtung gewonnenen Ergebnisse das annehmbarere sei, das der Ausfrageexperimente, nach dem der Gedanke ein außer aller Beziehung zu den übrigen uns bekannten psychischen Inhalten stehendes Wesen ist, das sich aber schließlich dennoch, man weiß nicht wie, in das sinnliche Gewand von Vorstellungen und Worten kleiden kann, oder das andere, aus der ganz gewöhnlichen Selbstbeobachtung, aber unter Zuratehaltung der sonstigen Tatsachen der experimentellen Psychologie sich ergebende, wonach er von Anfang an das

ist, als was er bei seiner Entwicklung durch unsere apperzeptive Tätigkeit erscheint, nur dunkel bewußt und zum Teil noch der später hinzutretenden reproduktiven Ergänzungen bar, dabei jedoch von Anfang an durch das an die Verbindung seiner Elemente gebundene Totalgefühl sich verratend, — welches dieser Ergebnisse das psychologisch wahrscheinlichere, um nicht zu sagen das psychologisch mögliche sei, diese Frage mag der Leser entscheiden. Die andere, ob die Ausfragemethode überhaupt geeignet sei, irgend welche brauchbaren Ergebnisse zu liefern, glaube ich oben hinreichend beantwortet zu haben. Ich fasse die Hauptpunkte noch einmal in wenigen Sätzen zusammen:

1) Die Ausfrageexperimente sind keine wirklichen Experimente, sondern Selbstbeobachtungen mit Hindernissen. Keine einzige der für psychologische Experimente aufzustellenden Forderungen trifft für sie zu, vielmehr verwirklichen sie das Gegenteil jeder dieser Forderungen.

2) Unter den alten Formen der Selbstbeobachtung repräsentieren sie die unvollkommenste: sie beschäftigen die Aufmerksamkeit des Beobachters mit einem unerwarteten, mehr oder minder schwierigen intellektuellen Problem und verlangen von ihm, daß er außerdem das Verhalten seines eigenen Bewußtseins beobachte.

3) Die Ausfragemethode ist in den beiden Formen ihrer Anwendung verwerflich: als Frage vor dem Versuch stellt sie die Selbstbeobachtung unter den für sie ungünstigsten Einfluß der Examenspresse; als Frage nach dem Versuch öffnet sie dem störenden Einfluß der Suggestion Tür und Tor; in beiden Formen beeinträchtigt sie die Selbstbeobachtung auf das empfindlichste dadurch, daß sie die Versuchsperson, die sich selbst beobachten soll, gleichzeitig der Beaufsichtigung anderer Personen unterwirft.

4) Die Vertreter der Ausfragemethode setzen sich über die altbewährte Regel hinweg, daß man, um zusammengesetzte Probleme zu lösen, zunächst mit den einfacheren vertraut sein muß, die jene voraussetzen. Infolgedessen verwechseln sie die Aufmerksamkeit mit dem Bewußtsein und verfallen dem populären Irrtum zu glauben, alles was im Bewußtsein vor sich gehe, könne man auch ohne weiteres in der Selbstbeobachtung verfolgen. Aus diesem letzteren Irrtum allein würde sich die Ergebnislosigkeit der Ausfrageexperimente schon zureichend erklären.

Nur ungern habe ich mich zu diesen kritischen Erörterungen entschlossen. Die experimentelle Psychologie steckt begreiflicherweise noch in ihren Kinderschuhen, und ich fühle meinerseits nicht den Beruf in mir, allen Jugendsünden, deren sie sich dabei schuldig macht, nachzuspüren. Aber die Ausfragemethode hat eine Verbreitung gewonnen, die angesichts ihrer offenliegenden Schäden immerhin zum Nachdenken und zu ernster Prüfung herausfordert. Ich glaube, daß es hauptsächlich zwei Motive sind, die diese Verbreitung psychologisch verständlich machen. Das eine besteht in dem unbedingten Selbstvertrauen, das die Vertreter der Methode erfüllt. »Wenn man sich etwa auf die Bewußtseinsanalyse beruft«, so lesen wir bei einem dieser Experimentatoren, »so erklären wir mit der größten Gemütsruhe: unsere Methoden sind besser als jene, also werden auch unsere Bewußtseinsanalysen die richtigeren sein«[1]. Selbstvertrauen erweckt bekanntlich auch das Vertrauen anderer. Man kann sich also kaum wundern, wenn jemand, der über die Bedingungen der Zuverlässigkeit experimenteller Methoden nicht näher nachgedacht hat, diese Examensexperimente wirklich für vortreffliche Experimente hält. Wirksamer ist aber vielleicht noch das zweite Motiv. Diese Methode ist so ungeheuer einfach. Man braucht nur zu fragen und jemanden zu haben, der sich fragen läßt, so kann man über die tiefsten und höchsten Probleme des menschlichen Bewußtseins Aufschluß gewinnen, ohne sich mit komplizierten Instrumenten zu behelligen und ohne sich um seitabliegende Kontrollmittel zu bemühen. Angesichts dieser verlockenden Einfachheit, die sich gleichwohl mit dem stolzen Namen einer experimentellen, also exakten — denn experimentell und exakt gelten ja mitunter für identisch — Methode schmückt, halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß das Ausfrageexperiment noch weitere Kreise zieht, und daß im Gewand dieser Scheinexperimente die bedenklichste und seit lange glücklich für obsolet gehaltene Form der Selbstbeobachtung wieder ihren Einzug hält. Sind auch die eigentlichen Ausfrageexperimente gegenwärtig immerhin noch vereinzelte Erscheinungen, so gibt es doch andere, ihnen verwandte Verfahrungsweisen, wie z. B. die besonders von einigen französischen und amerikanischen Psychologen

[1]) Bühler, a. a. O. S. 27.

gelegentlich benutzte Sammlung von Selbstbeobachtungen mittels der Versendung von Fragebogen, die dieser Weiterführung der Ausfragemethode offenbar begünstigend entgegenkommen. Welche Triumphe wird aber erst diese Methode feiern, wenn sich die Pädagogik ihrer bemächtigt, wenn die Schulbank zugleich zur Experimentierbank wird, und der Lehrer, falls er sich beim Schulexamen erkundigt, was sich der Schüler bei seiner Antwort etwa noch nebenbei gedacht habe, in dem stolzen Bewußtsein leben kann, er habe ein psychologisches Experiment gemacht!

Die Bestimmung der Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb des Sehfeldes mit Hilfe von Reaktionsversuchen.

Von

A. Kästner und **W. Wirth.**

Mit 14 Figuren im Text.

I. Die willkürliche Einstellung der Aufmerksamkeit auf mehrere Reizmotive für die nämliche Reaktionsbewegung.

1. In einer früheren Abhandlung dieser Studien (II, 1 u. 2, S. 30 ff.) versuchte der eine von uns die Methode, nach der die Wirkung der Aufmerksamkeitsverteilung auf größere Simultanbestände der Sinneswahrnehmung durch Unterschiedsschwellen für kurzdauernde Veränderungen gemessen wird, auf das monokulare Sehfeld anzuwenden. Im unmittelbaren Anschluß an diese optisch-perimetrischen Beobachtungen und noch vor den auf dem 2. Psychologenkongreß in Würzburg vorläufig mitgeteilten Analogien auf anderen Sinnesgebieten, verwerteten wir nun genau die nämlichen objektiven Versuchsbedingungen des Projektionsperimeters (a. a. O. S. 34 ff.) und das inzwischen erreichte Übungsstadium zu R e a k t i o n s v e r s u c h e n, die sich über das ganze Wintersemester 1904/05 mit Ausnahme der Weihnachtsferien erstreckten. Hierbei diente immer einer jener 37 gleichmäßig über das Sehfeld verteilten Lichtreize (vgl. das Schema a. a. O. Fig. 6, S. 45) als Reaktionsmotiv, und die Einstellung der Aufmerksamkeit im Vorbereitungsstadium entsprach jedesmal, wenigstens was die Auffassung der Reize anbetrifft, einer jener Verteilungsformen, die bereits nach der Schwellenmethode analysiert worden waren.

Diese Kombination war durch zahlreiche frühere Versuche in ähnlicher Richtung nahegelegt, die der Ausbildung der Schwellenmethode parallel gingen. Nachdem Wundt[1]) die Verlängerung der Reaktionszeit durch die Ablenkung der Aufmerksamkeit festgestellt hatte, wurde dies inzwischen noch oft bei verschiedenen Anordnungen und Instruktionen des Reagenten bestätigt. Weniger eindeutig und nachhaltig erweist sich hierbei zunächst der Einfluß von Störungsreizen, z. B. Nebengeräuschen, falls sie nicht eine sehr hohe Intensität besitzen oder dem verabredeten Reaktionsmotiv selbst inhaltlich so nahe stehen, daß sie seine eindeutige Unterscheidung und Wiedererkennung verzögern. Dies entspricht übrigens auch der relativen Widerstandsfähigkeit der Unterschiedsschwelle als Aufmerksamkeits- und Klarheitsmaß gegen disparate Störungsreize. Hier kommen eben für die Veränderung der eigentlichen Hauptleistung nur triebartige Ablenkungen der Aufmerksamkeit von dem willkürlich beachteten Hauptmotiv in Frage, von denen man durch die Einübung in der Konzentration immer unabhängiger wird. Relativ größere Verzögerungen fand Cattell[2]) bei der gleichzeitigen Ausführung geistiger Nebenarbeiten, z. B. Kopfrechnen, während der Reaktionen. Doch bringt der Versuch einer wirklichen Koordination zweier oder gar mehrerer disparater Hauptarbeiten eine unnatürliche, schnell ermüdende und daher überaus inkonstante, oszillierende Einstellung mit sich, die kaum ein geeignetes Untersuchungsobjekt abgibt.

Dagegen hatte Wundt ebenfalls schon in den vorhin genannten Versuchen die natürlichsten und dabei relativ wirksamsten Voraussetzungen für eine Variation der Reizauffassung und dadurch auch der Reaktionszeit eingeführt, indem er durch Verabredung mehrerer, für den Reagenten subjektiv gleich wahrscheinlicher Reize die sichere Erwartung eines einzelnen Reizmotives aufhob, die bei den gewöhnlichen Versuchen der sogenannten einfachen Reaktion die größtmögliche Schnelligkeit wesentlich mit herbeiführen hilft. Die gleichberechtigten Motive bestanden hierbei in zwei Schallreizen von hinreichend verschiedener Intensität, die zur dauernden Erhaltung der Unsicherheit unregelmäßig abwechselten.

---

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psychologie III [5], S. 440 ff.

[2]) Cattell in Wundt, Phil. Stud. 3, S. 329.

2. Ohne die neue Voraussetzung einer besonderen Einstellung vollzieht sich nun aber bei diesem Verfahren im Bewußtsein des Reagenten während der Vorbereitungszeit noch keineswegs notwendig eine eigentliche Verteilung der Aufmerksamkeit auf einen Umfang konkreter Einzelvorstellungen, der durch Erhöhung der Anzahl der Reize beliebig zu erweitern wäre. Es braucht vielmehr nur die allgemeine Vorstellung eines Schallreizes innerhalb des verabredeten Intensitätsbereiches vorzuschweben, ein besonderes Apperzeptionserlebnis, bei dem der Umfang des klareren und lebhafteren Anschauungsmateriales im einzelnen noch mannigfach variieren kann, wenn es auch einer bei dem Versuch selber stattfindenden Verteilung der Aufmerksamkeit verwandter ist, als die Konzentration auf einen einzigen erwarteten Reiz. Vor allem, wenn die Repräsentation der verschiedenen Reize im Vorbereitungsstadium rein reproduktiv geschieht, wie in der Regel bei Schallreizen, würde die möglichst gleichzeitige Vergegenwärtigung der gleich wahrscheinlichen Einzelqualitäten eine unnatürliche und unzweckmäßige Erschwerung bei der Erfüllung der gestellten Reaktionsaufgabe bedeuten[1]). Aber auch dann, wenn es sich um eine extensive Unterscheidung verschiedener Reize im Raum handelt, z. B. wenn die Stelle im Sehfelde unsicher ist, wo der eine als Reaktionsmotiv verabredete Lichtreiz auftreten wird, bedarf es keiner Aufmerksamkeitsverteilung in dem Sinne, wie sie in jener Messung des optischen Klarheitsreliefs nach der Schwellenmethode vorausgesetzt war und wie sie hier wiederum bei verschiedenen Konzentrationsformen in ihrem Einfluß auf die Reaktionszeit geprüft werden soll. Hylan[2]) hat bereits vor einiger Zeit, in bewußter Parallele zu den Wundtschen Reaktionen auf starken und schwachen Schall, solche Versuche mit mehreren räumlich getrennten Reizen vorgenommen, wobei eine weiße Marke, die in einer von sechs

[1]) Als Versuche einer Klarheitsmessung nach der Schwellenmethode unter analogen Bedingungen kämen etwa die Prüfungen der Schärfe der Wiedererkennung einer einfachen Sinnesempfindung in Frage. Über die Nachteile, welche hierbei der Versuch einer möglichst lebhaften Vergegenwärtigung der reproduktiven Vorstellung in der Zwischenzeit einschließen kann, vgl. F. Angell, Discrimination of Clangs for different intervals of time II. Am. Journ. of Psych. Bd. 12, S. 58 ff. und derselbe Wundt, Phil. Stud. 19 (Festschr.) S. 1.

[2]) Hylan, The distribution of attention, Psych. Rev. X, 5 1903, S. 373, speziell S. 389 f.

horizontal nebeneinander befindlichen Öffnungen eines Schirmes auftauchte, das Reaktionsmotiv bildete. Aus den soeben erwähnten Gründen erscheint es aber wohl schon von vornherein unberechtigt, wenn Hylan aus den hierbei erlangten Reaktionszeiten und ihren mittleren Variationen, die ihm in dem speziellen Falle vielleicht mit Recht ein schnelles Wandern der Aufmerksamkeit zwischen den Feldern und eine häufige Konzentration auf die falsche Stelle wahrscheinlich machen, auf die Unmöglichkeit einer wirklichen Verteilung der Aufmerksamkeit im eigentlichen Sinne überhaupt schließen will. Mag auch hier diese Verteilung auf die verschiedenen Stellen, an denen der Reiz erscheinen kann, eine zweckmäßigere Vorbereitung bilden, als bei rein qualitativer Verschiedenheit der einzelnen Möglichkeiten, so ist sie mit der bloßen Unsicherheit der Erwartung doch noch keineswegs durch natürliche und zuverlässige Koordinationen verbunden, sondern hierzu wird stets ein besonderer Vorsatz und eine besondere Einübung notwendig sein. Auch hier handelt es sich also nicht um einen objektiven eindeutigen Rückschluß aus der Dauer der Reaktion auf die Klarheitsgrade, sondern wiederum nur um die Prüfung eines relativ indirekten Einflusses willkürlich beherrschter Aufmerksamkeitsimpulse, die hierbei integrierende Bestandteile der Versuchsbedingungen bilden.

Das nämliche, was soeben für die einfache Reaktion auf einen im voraus innerhalb gewisser Grenzen unbekannten Reiz dargelegt wurde, gilt nun natürlich auch für alle Arten der sogenannten »zusammengesetzten«[1]) Reaktionen nach Wundt. So schließt z. B. die Aufgabe, einen Reiz als zugehörig zu einer bestimmten enger begrenzten Gruppe zu erkennen oder wiederzuerkennen, — gleichgültig, ob den verschiedenen Reizmotiven dann auch verschiedene Bewegungsimpulse zugeordnet sein sollen oder nicht — eine ganz analoge Einstellung des Bewußtseins in der Vorbereitungszeit in sich, wie sie vorhin beschrieben wurde. Es war immer ein spezieller Fall und für die engere Aufgabe bisweilen nicht einmal der zweckmäßigste, wenn sich der Reagent im Vorbereitungsstadium auf mehrere Reize zugleich einstellte, wie dies im übrigen auch geschehen mochte. Bisher hatte man indessen noch kaum systematisch versucht, bestimmte

[1]) Physiol. Psychologie III [5], S. 450 ff.

Einstellungen der Aufmerksamkeit zu bewirken. Man hat bei den Erkennungs- oder Wahlreaktionen höchstens gelegentlich die Angaben über zufällige schwächere oder stärkere Erwartungen des einen oder anderen Reizes gesammelt, besonders solche, wo sich beim zufälligen Zusammentreffen einer starken, aber falsch gerichteten Erwartung sehr hohe Reaktionszeiten ergaben[1]). Da aber gerade die disjunktive Zuordnung je einer besonderen Reaktionsbewegung, z. B. der rechten und linken Hand, zu räumlich verschieden lokalisierten Reizen von selbst auf bestimmte Aufmerksamkeitseinstellungen hinleitet, so haben wir die verschiedene Klarheitsverteilung im Sehfeld vor allem auch mit mehreren Arten solcher sogenannten Wahlreaktionen kombiniert.

3. Bei der Beziehung der Reaktionszeiten auf jene Analysen der Klarheitsgrade nach der Schwellenmethode könnte nun vielleicht die Verwendung eben merklicher Reizmotive nahe liegend erscheinen. Bei solchen, der Schwelle nahestehenden Reizintensitäten beobachtete schon Wundt[2]) eine Verlängerung der Reaktionszeit, die nach unten rasch zunimmt, während Intensitätsdifferenzen mittlerer Stufen nach kurzer Übung nur wenig ausmachen. Ebenso wie aber jede von jenen bei den Versuchen über die Aufmerksamkeitsverteilung benutzten 37 Stellen des Sehfeldes bei den einzelnen Einstellungen der Aufmerksamkeit eine seinem Klarheitsgrade entsprechende Veränderungsschwelle besaß, müßte auch, wenn diese jeweilige Schwelle durch die Reizmotive nur wenig überschritten würde, die Differenz der Reaktionszeiten besonders deutlich werden. Offenbar käme aber durch diesen Versuch in die Voraussetzungen für die Abbildung der Klarheitsgrade eine Art von Überbestimmung hinein, welche die Größenverhältnisse der Klarheitsgrade nur dann so unverfälscht als möglich heraustreten lassen würde, wenn sich die Reize von der Schwelle bei dem jedesmal bestehenden subjektiven Zustand genau gleich weit entfernten. Jede Differenz ihrer relativen Abstände von dieser würde dagegen gerade auf dieser untersten Reizstufe die Vergleichbarkeit der Reaktionsbedingungen zwischen den einzelnen Stellen wesentlich verschieben. Kurz, eine Verwendung annähernd schwelliger Reize

[1]) Vgl. Ach, Über die Willenstätigkeit und das Denken, S. 132 f., S. 140 f.

[2]) Vgl. Physiol. Psychologie III [5], S. 428 f.

würde die niemals im voraus allgemeingültig zu erledigende Ableitung des Schwellensystems für jeden neuen Zustand bereits voraussetzen. Es werden also mäßige, aber deutlich übermerkliche Reizintensitäten auf sämtlichen Stellen zu verwenden sein, welche u. gl. U. auch ohne vollständige subjektive Gleichheit der Empfindungsintensität annähernd gleiche Reaktionszeiten nach sich ziehen werden. Außerdem werden sie freilich wiederum nur kurze Zeit wahrnehmbar sein dürfen, um möglichst eine einzige, auch im wirklichen Verlauf zusammengehörige Situation, also wieder gewissermaßen den »Querschnitt« eines momentanen Zustandes, zu repräsentieren. Unter den früher ausführlich beschriebenen Versuchsbedingungen war dies sehr einfach dadurch zu erreichen, daß eine und die nämliche objektive Intensität des Strahlenbüschels der Projektionslampe, mit welcher die momentane Aufhellung aller einzelnen Punkte des Projektionsperimeters über die konstante Helligkeit des ganzen Sehfeldes hinaus bewirkt werden konnte, jeweils in einer Dauer von 15 σ (in einigen Versuchen über den Einfluß der subjektiven Intensität auch 30 σ) einwirkte.

Aber auch dann, wenn die subjektiven Wirkungen der Reizbedingungen für die verschiedenen Stellen in keinem Mißverhältnisse zueinander stehen, ist ihr Einfluß auf die Dauer der Reaktion ein viel indirekterer Nebenerfolg des im Vorbereitungsstadium vorhandenen Klarheitsgrades, als ihre Bedeutung für die bloße Erkennung einer Momentanveränderung als solcher. Denn für die Reaktionszeit kommt vor allem der Zeitpunkt der Auslösung des Bewegungsimpulses und seine Energieentfaltung in Betracht, zu der man gemäß der erteilten Instruktion von der Erfassung des Reizmotives aus möglichst unmittelbar und ohne Zeitverlust weitergehen muß[1]. Die sinngemäße Vorbereitung besteht also deshalb auch nicht nur in der gleichmäßigen Erwartung der Reize, sondern in der größtmöglichen Bereitschaft zum Impulse.

II. Die Notwendigkeit einer systematischen objektiven Kontrolle vollständiger (sensorieller) Reaktionen.

1. Die gewöhnlichen Angaben über Reaktionszeiten sind aber nun bekanntlich stets Mittelwerte aus zahlreichen Versuchen, in denen

[1]) Vgl. L. Lange in Wundt, Phil. Stud. IV, S. 489.

immer der nämliche Impuls unter ähnlichen Umständen wiederholt wurde. Hierbei pflegte zugleich ein dem Rhythmus mehr oder weniger sich annähernder Zeitverlauf der Reihen im ganzen und ein inhaltlich konstantes und in ungefähr gleicher Zeit vorangehendes Vorsignal beteiligt zu sein. Durch diese Nebenumstände wird jedoch bekanntlich die Auslösung des geübten Bewegungsimpulses von der neuen Wahrnehmung des verabredeten Reizmotives immer unabhängiger. Diese Unabhängigkeit vom erneuten Auftreten eines Reaktionsreizes kann schließlich, wie schon Donders[1]) beobachtete, wenigstens vorübergehend, eine vollständige werden, so daß der Impuls in der bekannten Weise allein schon aus der Wahrnehmung des Vorsignals heraus, ja unter Umständen auch ohne Anwendung von Signalen, nur nach einer gewissen Zeitstrecke[2]) erfolgt (vorzeitige Reaktion). Kurz, die neue direkte Sinneswahrnehmung ist in diesem Falle nicht mehr die eindeutige, dem Bewußtseinsbestande angehörige Teilbedingung der Reaktionshandlung, oder diese erfolgt nicht mehr »auf den Reiz hin«, wie es in dem Begriffe der »Motivation« bei der Verabredung vorausgesetzt ist. Dabei brauchen natürlich nicht etwa die dem verabredeten Reizmotiv entsprechenden objektiven Vorstellungsinhalte im Bewußtsein wesentlich zurückzutreten. Diese werden vielmehr assoziativ im entscheidenden Momente durch Nebenumstände lebhaft angeregt und bilden eine ausschlaggebende subjektive Teilbedingung[3]). Ja bei dem Auftauchen ähnlicher Reize kann die Fehlreaktion sogar vollständig unter dem Eindrucke des korrekten Reizmotives verlaufen und dessen Vorstellung assimilativ momentan zur vollen Empfindungsfrische der Illusion emporgehoben werden. Entscheidend ist hierbei also immer nur, ob die (experimentell allein zu beherrschenden) Zustände der direkten äußeren Sinneswahrnehmung oder vielmehr irgendwelche subjektiv assoziativ bedingte Motivvorstellungen im Bewußtsein die Auslösung des Impulses bewirken. Diese letzteren pflegen auch anders abzulaufen und tendieren daher alle, die Zeit vom Vorsignal bis zur Reaktion einer subjektiv bequemsten Zeit ähnlich zu machen, wie sie schon aus den Täuschungen über die von ca. 0,7 Sek. verschiedenen Zeiten

[1]) Donders, Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1868, S. 664, speziell S. 673.
[2]) Wundt, Physiol. Psychol. III [5], S. 435.
[3]) Vgl. auch G. Martius in Wundt, Phil. Stud. VI, S. 192.

bekannt ist. Dabei ist natürlich die direkte Sinneswahrnehmung des verabredeten Reizes auch bei dem wesentlich assoziativ bestimmten Impuls keineswegs etwa bedeutungslos, wenn nicht geradezu sogar eine vorzeitige Reaktion zustande kommt. Denn die Reaktionen, die bei dieser Einstellung trotz eines zufälligen, unerwarteten Ausfalles des gewohnten Reizmotives stattfinden, sind meistens sehr verlängert, da offenbar einerseits der rein triebmäßige, assimilativ geleitete Ablauf an sich schon durch den Wegfall einer gewohnten Begleitung schwächer angeregt ist, und anderseits durch den Kontrast der »Leere« zentralere Vorgänge positiv angeregt werden können, die den Impuls noch im letzten Augenblicke zurückzuhalten streben. Aber das Entscheidende hierbei bleibt eben, daß die Reizwahrnehmung nur eine fördernde Nebenbedingung ausmacht, während sie bei der korrekten Befolgung der Verabredung die ausschlaggebende Bedingung sein soll. Nur bei sicherer Einhaltung dieser Verabredung kann aber, wie Wundt[1]) besonders betont hat, insbesondere auch auf eine nähere Parallele zwischen der Reaktionszeit und dem Klarheitsgrade der Sinneswahrnehmung gerechnet werden.

Wollte man anderseits jene konventionellen »Hilfen« der Reaktion ausdrücklich vermeiden, indem man möglichst ohne bestimmtes Vorsignal und nur in längeren Zwischenräumen ganz sporadisch reagieren ließe, so würde man umgekehrt den wesentlichen Vorteil aufgeben, daß gerade die geübteste und adaptierteste Maximalleistung, bei der sich der kausale Motivationszusammenhang zwischen der Wahrnehmung des verabredeten Reizes und der Auslösung des Bewegungsimpulses in kürzester Zeit korrekt entwickelt, individuell bei gleicher Gesamtdisposition sehr konstant verläuft und auf alle Nebeneinflüsse besonders fein reagiert.

2. Die Schwierigkeiten für unsere Aufgabe würden nun relativ gering sein, wenn uns schon die Selbstbeobachtung, d. h. die unmittelbare, freie Analyse des Bewußtseinsverlaufes während der Reaktionshandlung, immer einen sicheren, eindeutigen Aufschluß darüber verschaffen könnte, ob der Impuls wirklich nur auf die verabredete Wahrnehmung hin erfolgte. Seitdem L. Lange[2]) zum erstenmal

[1]) Physiol. Psychol. III [5], S. 440 u. 444.

[2]) Wundt, Phil. Stud. IV, S. 479 ff.

die einzelnen bewußten Momente des inneren Verlaufes ausführlicher analysierte und dabei die »sensorielle« und die »muskuläre« oder »motorische« Form desselben unterschied, wurde der Versuch oftmals wiederholt, die korrekte Entwicklung des Impulses einfach durch den Vorsatz zu sichern, es solle erst auf den verabredeten Reiz hin reagiert werden, worauf man dann nachträglich durch die Reflexion die richtige Ausführung zu kontrollieren suchte. Indessen konnte L. Langes an sich vollkommen zutreffende und durch wirklich vorkommende Extreme belegte Unterscheidung zwischen sog. sensoriellen Reaktionen, in denen die Beachtung des verabredeten Reizmotives, und sogen. muskulären, in denen die Vorbereitung des Willensimpulses vorwiegt, zu jener Kontrolle doch nicht ausreichen, weil sie keine genauere quantitative Abwägung in sich schließt, wieviel von den beiden für jede Reaktion unerläßlichen Momenten für die korrekte Einhaltung der Verabredung eben noch zulässig ist. Denn selbstverständlich kann man bei beliebig langsamer Reaktion nach sorgfältiger Beachtung des Reizmotives leicht den Impuls immer richtig nur auf das verabredete Motiv hin auslösen, und diese Vorsicht ist zur allmählichen Einübung korrekter Reaktionen zunächst sogar unbedingt erforderlich. Aber zu jener Maximalleistung, deren Variationen unter den verschiedenen Nebeneinflüssen allein ein wirklich vergleichbares Präzisionsmaß der beteiligten Faktoren, insbesondere also der Reizauffassung, darbieten, muß außer der »Richtigkeit« stets auch die größtmögliche Schnelligkeit verlangt werden. Hierzu gehört stets zugleich die größte Impulsbereitschaft, die eben noch damit vereinbar ist, daß man sich nicht mehr durch irgendwelche, dem verabredeten Motiv nur verwandte Nebenumstände triebartig zum Impuls fortreißen läßt. Mit Recht hat daher Wundt als qualitative Hauptunterscheidung nur eine allgemeine, gewissermaßen teleologische Charakterisierung der Reaktionshandlungen in »vollständige« und »unvollständige« oder »verkürzte«[1]) beibehalten, da sie gerade in jener besonders ausdrucksvollen Maximalleistung gewissermaßen ein Ideal besitzen, wobei die nähere inhaltliche Bestimmung des gegenseitigen Verhältnisses der Teilmomente nicht berührt wird.

[1]) Physiol. Psychol. III [5], S. 412.

Auf diese für alle weiteren indirekten Verwertungen der Reaktionen wichtigste Spezialbestimmung kommt es L. Lange in jener zunächst mehr qualitativ unterscheidenden Analyse noch nicht weiter an, so daß er nur sagt, daß jenes Optimum beim einen mehr »muskulär«, beim andern mehr »sensoriell« erreicht werde. In der Tat wird also auch hier die willkürliche Selbstkontrolle und Selbstbeherrschung des Reagenten, die man gewöhnlich bei der »Beachtung des Reizes« und der »Vorbereitung der Bewegung« im Auge hat, je nach den primären Klarheitsverhältnissen der Reizwahrnehmung und der triebartigen Bereitschaft zu der verabredeten Bewegung verschieden viel nachhelfen, bzw. hemmend zurückhalten müssen, damit jenes zweckmäßigste Ebenmaß aller Faktoren zustande kommt. Die genauere, zum Erfolge notwendige Abwägung der beteiligten Faktoren kann aber hierbei immer nur durch eine allmähliche Steigerung der Impulsbereitschaft an der Hand ganz bestimmter Erfahrungen bei gleichzeitiger objektiver Kontrolle durch Variation der Reizbedingungen eingeübt werden. Nur dadurch erreicht aber auch der Experimentator eine sichere objektive Kenntnis davon, daß die kausale Motivitationsbeziehung zwischen Reizwahrnehmung und Impuls in einem gegebenen Augenblick wirklich besteht, während die Selbstbeobachtung, die für einen langsameren Verlauf von Motiv und Impuls noch vollkommen ausreicht, nach Ausführung einer Reaktionshandlung mit ihren besonderen Geschwindigkeitsansprüchen leicht zu Selbsttäuschungen führt. Nachträglich glaubt man oft, nur »auf den Reiz hin« reagiert zu haben, und seiner Sache im Vorbereitungsstadium zum nächsten Versuch noch gewiß zu sein, während die tatsächliche Reaktion uns sogleich darüber belehrt, daß dies doch nicht der Fall war. Anderseits aber kann zu große Ängstlichkeit den Reagenten vielleicht zunächst abhalten, die volle »Bereitschaft« zum sofortigen Impulse herbeizuführen, die er noch bis zur wirklichen Wahrnehmung des Reizes zu beherrschen vermöchte. Nur wenn also jede objektive Situation vom Verhalten des Reagenten regelmäßig gewürdigt wird, also neben den positiven Bedingungen, unter denen reagiert werden soll, auch die negativen des Ausfalles oder eines mehr oder weniger ähnlichen Ersatzes, bei denen die Ruhelage aufrecht erhalten bleiben muß, hat man den gewünschten Zusammenhang vor sich, der daher durch ausdrückliche

Einführung negativer Fälle, ähnlich wie bei der Erforschung sonstiger gesetzmäßiger Beziehungen, objektiv nachgewiesen oder kontrolliert werden kann. Schon längst sind deshalb die gelegentlichen zufälligen Abweichungen von dem geforderten Motivationszusammenhang, wie sie sich bei besonderer Diskrepanz der assimilativ-subjektiven Motive von dem objektiven Reizmotiv in vorzeitigen und Fehlreaktionen zu erkennen geben, von L. Lange als »hervorragend wichtiges« Charakteristikum der »extrem muskulären« Reaktionsweise bezeichnet worden[1]. Ebenso hat Wundt diese Fehler als Hauptkriterien der »vollständigen« und »unvollständigen« Reaktion hervorgehoben[2]. Endlich reichten sie bereits hin, um gewisse allgemeinste Zeitgrenzen für die verschiedenen Sinnesgebiete und Aufgaben festzulegen, außerhalb deren, auch wenn die Reaktionsbewegung dem Reize nachfolgt, ein anderer innerer Motivationszusammenhang wahrscheinlich wird. Indessen kommt es nunmehr, besonders für die weitere Verwendung der Reaktionszeiten als eines Präzisionsmaßes, vor allem darauf an, negativ wirkende Motive experimentell systematisch herbeizuführen. Es muß eine Reihe von »Vexierversuchen« möglichst über die ganze Untersuchung verstreut werden, und nur, wenn diese Versuche sämtlich vom Reagenten korrekt beachtet wurden, haben die Reaktionszeiten Anspruch darauf, von einer beliebig festzusetzenden Minimalpräzision der Auffassung des Reizmotives psychologisch abhängig gedacht und gemeinsam mit anderen ähnlichen Werten verrechnet zu werden. Doch darf sich freilich zugleich der Charakter der positiven Einstellung selbst, also insbesondere die Sicherheit der Erwartung eines verabredeten Reizmotives, wie sie ohne Vexierversuch vorhanden wäre, nicht wesentlich ändern, eine besondere Aufgabe, der wir dann sogleich noch ausführlicher nachzugehen haben.

3. Der Grad der intellektuellen Leistung, welchen die eindeutige Wiedererkennung des verabredeten Reizmotives erfordert, kann nun hierbei natürlich beträchtlich variieren. Damit verändert sich aber selbstverständlich auch ihre Minimalzeit als solche und die hierfür erforderliche und der Impulsbereitschaft zu entziehende Energie für

---

[1]) a. a. O. S. 496 f.

[2]) Physiol. Psychol. III [5], S. 413.

gleichzeitige psychische Leistungen überhaupt. Was aber eigentlich als korrekter Motivzusammenhang verlangt wird, läßt sich objektiv und exakt immer nur in der Weise fixieren, daß man einen bestimmten Grad der qualitativen und intensiven Verschiedenheit vom Reize angibt, welcher als negatives Motiv vom Reagenten soeben noch durch sichere Festhaltung der Ruhelage respektiert werden soll. Es besteht also somit eine Reaktions-Präzisionsschwelle besonderer Art, deren Größe für die verschiedenen bisher unterschiedenen Hauptgattungen von Reaktionen erst noch systematisch festgestellt werden müßte. Wo irgendwie feinere Unterscheidungen vorausgesetzt würden, entspräche die Einstellung im Vorbereitungsstadium wohl demjenigen, was bisher von Wundt bereits als Erkennungs- oder Unterscheidungsreaktion von der »einfachen« Reaktion abgetrennt wurde. Für die letztere könnte dagegen die bloße Respektierung des vollen Ausfalles dieses Reizes selbst, wobei einfach die objektive Situation des Vorbereitungsstadiums ruhig fortbesteht, wenigstens vorläufig als Kriterium genügen. Denn hier soll ja gewissermaßen der konkrete Eindruck mit allen seinen Elementen und Merkmalen im ganzen für die Auslösung des Impulses zur Geltung kommen. Es ist freilich höchst wahrscheinlich, daß auch schon diese einfachste und natürlichste Betrachtung des Reizes, wie er sich von der bisherigen Situation abhebt, eine noch etwas feinere »Reaktions-Präzision« einschließt, die immer erst rein empirisch durch Ermittelung der jeweils eben nicht mehr respektierten Fehlmotive objektiv zu charakterisieren wäre. Denn im Bewußtsein des Reagenten stehen sowohl bei der einfachen als auch bei der spezieller motivierten Reaktion die verschiedenen Elemente und abstrakten Merkmale der Reizwahrnehmung in jedem Augenblicke in einem bestimmten Klarheitsverhältnisse zueinander, dessen Bedeutung man sich am unmittelbarsten in dem Erfolge eines Vergleiches mit anderen, eventuell als »negativen Motiven« beigezogenen Reizen vergegenwärtigen kann, neben denen es ein Ähnlichkeits- oder Verschiedenheitsbewußtsein erzeugen würde, je nachdem die Bewußtseinsgrade der gemeinsamen oder verschiedenen Merkmale augenblicklich überwiegen[1]).

[1]) Vgl. über diese in verschiedener Richtung »abstrahierende Apperzeption« Wundt, Phil. Stud. 20 (Festschrift), S. 521 u. S. 565 ff. und Mittenzwey, diese Studien II, S. 358.

Erst durch Angabe dieser konkreten Einzelheiten des bewußten Gesamtbestandes kann der tatsächliche positive Motivationszusammenhang in seiner vollen simultanen Breite beschrieben werden, während er durch Angabe eines einzelnen Hauptmerkmales des Motivs in der gewöhnlichen Weise, z. B. Lichtreiz überhaupt, rote Farbe usw., niemals zu erschöpfen ist. Sobald sich aber die Differenz zwischen dem Reiz und der Situation des Vorbereitungsstadiums der Veränderungsschwelle annähert, führt natürlich auch die einfache Reaktion auf einen konkreten Reiz im ganzen stetig zu den Unterscheidungsreaktionen im engeren, prägnanten Sinn hinüber. Ganz analoge Betrachtungen werden sich aber auch für die sog. »Wahlreaktion« anstellen lassen, auf die wir sogleich unten im Zusammenhange einzugehen haben.

Eine gewisse Unbestimmtheit, wenigstens innerhalb eines gewissen Schwankungsbereiches, besitzt die hier vorgeschlagene systematische Kontrolle freilich noch nach Seiten des impulsiven Verhaltens beim Vorkommen negativer Motive. Sie läßt nur bei gewissen, ebenfalls konventionellen Festsetzungen darüber, was noch als Ruhe betrachtet werden soll, die einzelnen Reaktionsformen begrifflich genauer fixieren. Denn eine absolute Ruhe findet beim Ausfall oder Ersatz des eigentlichen Reizmotives so wenig statt, wie in irgend einem Zeitpunkte des Vorbereitungsstadiums. Triebartige Reaktionstendenzen, welche der Gemütsbewegung der Impulsbereitschaft entsprechen, müssen fortgesetzt durch antagonistische Innervationen willkürlich kompensiert werden, wobei auch hier der oszillatorische Verlauf aller psychischen Vorgänge zur Geltung kommt. Er kündigt sich bekanntlich schon durch verschieden starke Druckempfindungen am Taster an. Auch objektiv hat unseres Wissens zum erstenmal Féré[1]) den Verlauf der hieraus entspringenden peripheren Innervationen bei Reaktionsversuchen graphisch zu verfolgen gesucht, indem er bei Wahlreaktionen mit dreifacher Zuordnung Bewegungen aller drei Finger (durch Registrierung des Druckes auf je einen Tambour während der ganzen Zeit eines Versuches) nachwies. In neuester Zeit hat Judd[2]) ähnliche Versuche mit einem zweifach federnden Taster (eine kräftige Feder zeigte noch

[1]) Ch. Féré, Rev. philos. X, Nr. 10, 1890.

[2]) Judd, Mcallister and Steele, Psych. Rev. Monogr. Suppl. Stud. fr. Yale, Vol. VII, 1. 1905, S. 141.

die bei der Kontaktschließung überschüssige Spannung in ihrem Wechsel direkt graphisch an) in viel größerem Umfange bei verschiedenen Reaktionsformen vorgenommen. Freilich kann dadurch die Analyse des jedenfalls einfacheren Verlaufes bei der Reaktion mit Loslassen eines zunächst gegen eine feste Unterlage niedergedrückten Tasters nicht voll ersetzt werden, weil die labile Lage bei der Féréschen und Juddschen Anordnung besondere Anreize zu triebartigen und reflektorischen Bewegungen mit sich führt. Beim Niederdrücken eines Hebels gegen eine Feder bis auf eine feste Unterlage ist aber in dem ununterbrochenen Schluß eines nicht federnden Trockenkontaktes für jedes Reaktionsglied auch objektiv eine hinreichend konstante und vergleichbare Abgrenzung dessen möglich, was noch eben als Ruhelage anerkannt wird. Eine besondere Vereinfachung ergibt sich jedoch weiterhin vor allem daraus, daß der gelungene Vexierversuch, wie es auch bei korrekt festgehaltener Ruhelage in Versuchen mit der Zuordnung von Bewegung und Ruhe zu je einem positiven Reizmotiv (in sog. Wahlversuchen) in Judds Registrierungen zu erkennen ist, stets in eine besondere entgegengesetzt gerichtete Reaktion überzugehen pflegt, bei positiver Reaktion mit Loslassen des Tasters also in vermehrten Druck. Subjektiv ist dies denn auch stets durch die verstärkte Druckempfindung am Reaktionsfinger zu bemerken. Für die korrekte Reaktion vermindert sich also dadurch die Schwankungsbreite des Verhaltens bei negativen Motiven sehr schnell mit zunehmender Reaktionspräzision, bzw. bei allen nicht gerade der Präzisionsschwelle sehr naheliegenden Fehlreizen.

In unseren Versuchen haben wir in der Tat zum erstenmal von Anfang an eine solche systematische Durchsetzung der Reihen mit Vexierversuchen durchgeführt, die wegen unserer Absicht, bei den verschiedenen Verteilungsformen der Aufmerksamkeit der sog. einfachen Reaktion auf Lichtreize möglichst nahe zu bleiben, ausschließlich in dem vollen Ausfall des Reizes bestanden. Auf 2500 Einzelreaktionen kamen von ca. 200 derartigen »Nullversuchen« nur 3 verfehlte, die außerdem durch auffällige Störungen der an sich fehlerhaften Reihe mit bedingt waren. Hingegen waren in einigen Versuchen, die wir zum Vergleich in der sog. »muskulären« Art mit ausschließlicher Tendenz, möglichst schnell nach dem Reize zu reagieren, anstellten, unter diesen besonderen Ver-

suchsbedingungen (s. u.) trotz der noch relativ langen Zeit von ca. 150 σ fast alle Nullversuche Fehlreaktionen.

III. Die Forderung der sicheren Erwartung nur positiver Fälle und des Ausschlusses der negativen Motive aus dem Bewußtsein des Vorbereitungsstadiums.

a) Bei einfachen Reaktionen.

Die Hauptschwierigkeit könnte aber nun in der Einhaltung der schon oben erwähnten Forderung gefunden werden, daß trotz der gelegentlichen Einschiebung negativer Motive das Wesen der Einstellung selbst, deren mittlere Reaktionszeit bestimmt werden soll, also vor allem die sichere Erwartung positiver Motive nicht verändert werden darf. Denn zunächst ist ja die einfache Reaktion gerade dadurch charakterisiert, daß man sich im Vorbereitungsstadium so vollständig als möglich der Bereitschaft zum Impulse im Anschluß an das wirkliche Auftreten des verabredeten Reizmotives hingeben kann. Dieser Zusammenhang der Energie des Entschlusses und der Bereitschaft mit der sicheren Erwartung der Ausführung ist ja aus dem alltäglichen Leben hinreichend bekannt. Der Effekt, den die Herabsetzung der subjektiven Wahrscheinlichkeit des positiven Falles ungefähr auf die Hälfte nach sich zieht, ist aus den Wahlreaktionen mit zweifach koordinierter Zuordnung von Bewegung und Ruhe zu ersehen, bei denen die korrekte Einstellung der Vorbereitungszeit wenigstens im Mittel beiden Möglichkeiten gleich zugewandt sein darf. Aber auch, wenn der Gedanke an das mögliche Fehlen des erwarteten Reizes durch häufigeres Vorkommen dieses Falles nur überhaupt einmal in irgend einem merklichen Grade anklingt, zeigt sich die Reaktionszeit bereits verlängert. Dies fand Cattell[1]), als er, allerdings nur in einer sehr kurzen Reihe, nicht im Sinne eigentlicher Wahlreaktionen der gewöhnlichen, soeben genannten Art, sondern nur zur Störung der Sicherheit überhaupt, den Reiz in der Hälfte aller Versuche ausfallen ließ. Die Zeit verlängerte sich freilich nur um wenige σ. Für Cattells an und für sich sehr niedrige Zeiten wäre dies aber ein guter Beweis ihrer Herkunft aus einer korrekten sensoriellen, nicht »verkürzten« Reaktionsweise, wenn bei Cattell

[1]) Cattell in Wundt, Phil. Stud. III, S. 334.

nicht jede Angabe darüber fehlte, ob hier trotz des Reizausfalles nicht doch bisweilen die Reaktionsbewegung erfolgte.

b) Bei Erkennungs- und Unterscheidungsreaktionen.

Aber auch für die Erkennungs- und Unterscheidungsreaktionen in dem oben genannten engeren Sinne (nach Wundt) darf die Sicherheit eines positiven speziellen Motives (wenn auch eines von mehreren möglichen) nicht aufgehoben werden, wenn nicht die Reaktion unnötig verlängert werden soll. Dies war ja gerade die Hauptforderung, die Wundt gegenüber der sofortigen Beimischung einer Wahlverlängerung zu der Unterscheidungsreaktion bei Donders zu stellen hatte[1]). Allerdings wandte Wundt selbst zur Garantie der wirklichen Durchführung der speziellen Unterscheidung oder Erkennung vor der stets gleichartigen Bewegung zunächst nur die subjektive Selbstkontrolle an, die er jedenfalls in seinen eigenen Reaktionsversuchen dieser Art sicher zur Geltung brachte. Dadurch wurde aber aus der Reaktion nach der Erkennung des speziellen Merkmales, bei der wir nur die Objekte zu beachten brauchen, eine Reaktion auf die Erkennung, d. h. auf das besondere Motiv, das man in dem sofort einsetzenden Akte einer psychologischen, auf die apperzeptive Tätigkeit achtenden Betrachtungsweise erfaßt, wie Cattell[2]), v. Kries[3]) u. a. betont haben. Doch versprechen wir uns gerade von der systematischen objektiven Kontrolle durch unerwartete Vexierversuche eine sichere Abgrenzung der Reaktion nach der Erkennung spezieller, schwerer zu erfassender Merkmale einerseits von den sogenannten einfachen Reaktionen, andererseits ohne gleichzeitige Hinzufügung einer »Wahlverlängerung«, die Wundt an v. Kries' Unterscheidungsreaktionen wie an denen von Donders tadelte, also eine genaue Festhaltung dieser Reaktionen im Wundtschen Sinn, aber ohne die Gefahr einer Verlängerung durch die Kontrolle mittels der Reflexion. Es muß nur eben gelingen, trotz der gelegentlichen Vexierversuche die subjektive Sicherheit einer Erwartung der positiven speziellen Motive aufrecht zu erhalten.

---

[1]) Vgl. Physiol. Psychol. III [5], S. 473.
[2]) Phil. Stud. III, S. 452. 1886.
[3]) v. Kries, Vierteljahrsschrift für wissensch. Philos. XI, S. 10 ff. 1887.

c) Bei den sogenannten Wahlreaktionen oder disjunktiven Reaktionen.

Ähnliches gilt schließlich auch von den sogenannten Wahlreaktionen, d. h. von den Einstellungen, bei denen man auf verschiedene, mit gleicher subjektiver Wahrscheinlichkeit erwartete Reize in verschiedener eindeutig zugeordneter Weise zu reagieren bereit ist. Zunächst mag hier über die psychische Einstellung bei ihnen, wie zugleich in terminologischer Absicht einiges bemerkt werden.

Man hat bisweilen nicht ganz mit Unrecht auf den Unterschied hingewiesen, der zwischen einer »Wahl« im gewöhnlichen emotionalen Sinne des Wortes[1]) und dem inneren Verhalten bei der hinreichend geübten Reaktionshandlung, wenigstens bei korrekter Durchführung, besteht. Bei der Wahl sind die Wertungsmomente, die als Gefühle des positiven oder negativen Wertes, in einfachsten Fällen etwa als Lust und Unlust, einen eindeutigen Entschluß erst neu zustande kommen lassen, noch in einer gegenseitigen Konkurrenz eigener Art begriffen. Diese letzten Voraussetzungen des Entschlusses, aus denen der schließliche Impuls gewissermaßen seine Kräfte schöpft, sind dagegen bei den hier in Frage stehenden Einstellungen mit der freiwilligen Unterordnung als sicher ausgeschlossen vorausgesetzt. Die Verlängerung der Reaktionszeiten gegenüber einer »einfachen« Reaktion, bei der für uns überhaupt nur eine einzige dieser Zuordnungen in Frage käme, beruht also vor allem auf der Unsicherheit der Erwartung dieses einen Motives und auf der Unmöglichkeit, den für eine bestimmte Eventualität erforderlichen Impuls der Ausführung bereits soweit vorzubereiten, daß er gerade noch bis zur Wahrnehmung des wirklichen Eintrittes zurückgehalten werden kann. Denn diese maximale Bereitschaft für einen bestimmten Impuls ist ihrem ganzen psychophysischen Wesen nach offenbar gar nicht für zwei einander disjunktiv ausschließende Bewegungskombinationen zugleich möglich. Sie ist natürlich etwas ganz anderes als die Bereitschaft zu einer gleichzeitigen Bewegung mehrerer Glieder, deren Ablaufsverhältnisse, wie schon Joh. Müller betonte, von dem Umfange relativ unabhängig, ja bei passender Koordination durch die Ausdehnung ihres Umfanges sogar innerhalb gewisser Grenzen begünstigt sind. Bei jener »disjunktiven« Bereitschaft kommen höchstens gewisse gemeinsame

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psychol. III [5], S. 257.

abstraktere Momente als Zielpunkt einer vorläufigen Bereitschaft in Frage, die aber bei dem innigen Zusammenhange zwischen diesen und den gegensätzlichen Momenten innerhalb der konkreten Reaktion niemals maximal werden kann. Die Disjunktion, die bei den sogenannten Unterscheidungsreaktionen in unserem Sinne nur hinsichtlich der Reizwahrnehmung besteht, durchdringt also hier auch das Impulsleben, innerhalb dessen sich im Vorbereitungsstadium die Bewußtseinsinhalte zur Ausführung ähnlich verhalten wie das Bewußtsein der Möglichkeit zu demjenigen der Wirklichkeit. Hierdurch kommt bei diesen sogenannten Wahlreaktionen im Unterschied von der einfachen eine der geringeren Wahrscheinlichkeit entsprechende Herabsetzung der Bereitschaft zustande. Da aber nun auch die Impulse in der Ausführung der Tat eine besondere Gemütsbewegung darstellen, so könnte allerdings die Konkurrenz zwischen verschiedenen Ausführungstendenzen als eine emotionale doch wiederum auf den Namen der »Wahl« im gewöhnlichen Sinne vollständigen Anspruch zu haben scheinen. Indessen kommt es wohl hier vor allem darauf an, auf welche Weise die Auflösung dieser Konkurrenz erfolgt, bzw. wie sie bereits im Vorbereitungsstadium vorgebildet ist. Es gibt allerdings eine Einstellung, auf die schon Münsterberg als auf ein Analogon zur sogenannten »muskulären« oder impulsiven Einstellung im Gebiet dieser sogenannten Wahlreaktionen hingewiesen hatte[1]), in der man sich auf die Bereitschaft zu allen eventuell in Betracht kommenden Impulsen verlegt. In diesem Falle kann das »Dilemma« (Donders) beim Auftreten irgend eines Reizes in der Tat unter Umständen nicht im Sinne der längst gefaßten disjunktiven Einzelentschlüsse, gegebenen Falles so oder so zu handeln, gelöst werden, sondern es kann zunächst eine neue, völlig zufällige Situation Platz greifen, in der die gleichzeitigen Impulse nach ihrer primären emotionalen Stellung des augenblicklichen subjektiven »Neigungswertes«, also in einer triebartigen Isolierung an Stelle der Unterordnung unter höhere Entschlüsse, in einen turbulenten Konflikt geraten, aus dem sich schließlich irgend einer zu ähnlicher Macht emporarbeitet, wie sie bei der »Entscheidung« von einer höheren Willkürtendenz erlangt wird. Ein solcher »Konflikt« im vollen Sinne des

[1]) Münsterberg, Beiträge 1—3, 1. S. 72.

Wortes kommt aber immer nur bei inkorrekter Einstellung vor, wie sie auch z. B. Martius[1]) als Erfolg der (rein intellektuellen) Unsicherheit über die Verabredung geschildert hat. Die korrekte Einstellung bei disjunktiver Zuordnung, die ebenfalls wieder auf den Namen einer »vollständigen« Reaktion in diesem Sinne Anspruch erheben will, muß dagegen offenbar ganz ähnlich wie die einfache Reaktion eine gewisse sinngemäße Reihenfolge der inneren Akte einhalten, die wohl durch Ausbildung immer festerer Assoziationen bei der Einübung »mechanisiert« werden kann, d. h. der höheren Bewußtseinsgrade der beteiligten Elemente allmählich entbehren darf, aber nicht in ihrem Motivationszusammenhange verändert werden soll. Auf die Auffassung des Reizes müßte also zunächst die Erinnerung an die verabredete Bewegung für dieses Motiv folgen, falls dieses nicht schon zufällig gerade gegenwärtig ist[2]), und mit dieser wächst dann auch auf der emotionalen Seite konfliktlos die Impulsbereitschaft im »verabredeten« d. h. im allgemeinen bereits gewollten Sinne bis zur Ausführung der Tat. Das Charakteristische der korrekten Einstellung der vollständigen Reaktion besteht also hier gerade darin, daß sich auf der subjektiven Seite ein einzelner Impuls mit möglichst wenigen inneren Reibungen aus der Disjunktion der Vorbereitung heraus entwickelt, was von der Reizwahrnehmung aus nach der intellektuellen Entscheidung gemäß der Verabredung sehr wohl möglich wird, wenn man nur jede falsche Übertreibung der Bereitschaft vermeidet. Da das Wesen dieses Verlaufes ganz von der Disjunktion in der Ausgangslage bestimmt wird, die hier die objektive und die subjektiv-impulsive Seite des Bewußtseins zugleich ergriffen hat, so kann man diese bisher sogenannten Wahlreaktionen wohl auch als disjunktive Reaktionen bezeichnen.

Hierbei ist einerseits die bereits genannte Möglichkeit jener besonders von Wundt betonten Mechanisierung der Willensvorgänge

---

[1]) Martius in Wundt, Phil. Stud. VI, S. 185.

[2]) Münsterberg und Martius (a. a. O.) erkannten daher auch die Möglichkeit einer besonderen Aufmerksamkeitsrichtung auf die Zuordnungen oder den Inhalt der Disjunktion als solcher. Aber Martius betont auch mit Recht, daß eine isoliertere Hingabe an dieselbe ebenso wie die isolierte Verlegung auf die Impulse als solche von der korrekten Einstellung abweiche, die von hier aus immer erst den rückläufigen Umweg über die sinngemäß primäre Reizauffassung machen müßte.

zuzugestehen, andererseits schließt diese Auffassung aber doch auch keineswegs jene Form der Polemik gegen die Annahme besonderer »Wahlvorgänge« bei diesen Reaktionen in sich, die für diese Fälle einen besonderen emotionalen Verlauf, ja überhaupt das Dazwischentreten besonderer Bewußtseinsvorgänge vor der Tat leugnen wollte. Für die gewöhnlichen disjunktiven Reaktionen, in denen nicht von vornherein natürliche oder längst geübte Koordinationen, z. B. das Lesen beim Anblick der Schrift, benutzt wurden, wird jenes Stadium der vollen Mechanisierung der Motivationszusammenhänge im Verlauf experimenteller Versuche bisher wohl überhaupt niemals erreicht worden sein. Wir erleben also überall eine charakteristische, wenn auch bei der korrekten Reaktion möglichst konfliktfreie bewußte Impulsentwickelung aus jener Disjunktion heraus, wenn auch nun weiterhin, durch zufällige oder absichtliche Einstellungen, das eine oder das andere der Disjunktionsglieder im Bewußtsein einseitig bevorzugt oder zurückgedrängt werden kann. Durch das Zurücktreten wird aber der Prozeß natürlich für diese Seite der Disjunktion nur verlängert, wie er auch bei der Lesereaktion ohne besondere Vorübung niemals auf die Schnelligkeit der einfachen, speziell vorbereiteten Reaktion hinaufsteigt.

Bevor wir aber nun weiter ausführen, wie auch hier die »Sicherheit» und die von ihr abhängige Bereitschaft durch eine objektive Kontrolle in Vexierversuchen nicht noch weiter herabgesetzt werden darf, als es die Disjunktion hier ohnehin mit sich bringt, muß die Notwendigkeit und Ausführbarkeit solcher Kontrollen hier erst besonders betont werden. Da nämlich die korrekte Durchführung jeder einzelnen sensorisch-motorischen Zuordnung der Disjunktion hier bereits wenigstens die Wiedererkennung der speziellen Merkmale garantiert, welche zur Unterscheidung innerhalb dieser Gruppe hinreichen, so hat man bei den Wahlreaktionen wenigstens bei korrekter Durchführung aller Versuche ohne weiteres auch eine teilweise objektive Kontrolle des tatsächlichen Motivationszusammenhanges. Aber leider ist bisher nicht einmal diese überall als Mindestvoraussetzung der gemeinsamen Verrechnung der Resultate festgehalten worden.

Indessen kann auch hier der oben aufgestellte Begriff der Reaktionspräzisionsschwelle ganz unabhängig von dem qualitativen Verhältnis zwischen den zufällig koordinierten Reizmotiven, gewissermaßen

nach einem absoluten Maßstabe angewandt werden, indem man die Forderung stellt, daß irgend welche weitere, in der Disjunktion gar nicht enthaltene Reize, die von diesen um einen bestimmten Abstand entfernt sind, keine Reaktion auslösen. Es kann also wieder gefragt werden, wie weit in dieser Weise die überhaupt in Betracht kommenden Impulse noch »beherrscht« werden können, wobei diese natürlich von Anfang an bis zu einem gewissen Grade sämtlich bereit sein dürfen und sollen, damit wiederum auch hier die allein theoretisch wertvolle Maximalleistung erreicht wird. Auch in unseren Wahlreaktionen haben wir daher systematisch noch Vexierversuche verwendet, die ebenfalls in dem völligen Ausfall eines Reizes bestanden und tatsächlich korrekt respektiert wurden. Für diese zur Kontrolle eingeführten negativen Motive, die außerhalb der Disjunktion liegen, gilt aber natürlich auch hier wiederum ganz die nämliche Forderung, daß der Gedanke an sie bei der korrekten Vorbereitung so vollständig als möglich aus dem Bewußtsein zurücktrete, damit nicht die Sicherheit der Erwartung eines positiven Gliedes der Disjunktion und die gemeinsame Bereitschaft aller zugehöriger Impulse gestört werde.

d) Die Möglichkeit einer systematischen Einübung der korrekten Reaktion bei ausschließlicher Erwartung positiver Motive.

Diese Forderung kann natürlich bei allen Reaktionsaufgaben nur dadurch so gut als möglich erfüllt werden, daß der Reagent selbst willkürlich die eventuell aufsteigenden Gedanken an negative Motive zurückzuhalten sucht. Er erreicht dies durch einen ähnlichen Akt der negativen Abstraktion, wie er schon bei den Versuchen nach der Schwellenmethode als willkürliche Ablenkung der Aufmerksamkeit von einem bestimmten Raumgebiete objektiv als hinreichend erfolgreich nachgewiesen worden war. Daß trotz des ausschließlichen Denkens an ein positives Reizmotiv der Bewegung auch noch ein sehr hoher Grad der Bereitschaft, wie er bei der einfachen Reaktion mit einer einzigen Zuordnung vorkommt, bis zu der für den Reiz gewohnten Zeit des Wartens beherrscht werden und von da an beim Ausfall des Reizes sogar in eine energische Zurückhaltung übergehen kann, ergibt sich aus dem Verlauf bei mehrfacher Zuordnung, bei den sogenannten Wahl- oder disjunktiven Reaktionen.

Hier kann man, wie aus unseren eigenen Versuchen noch deutlicher werden wird, trotz des viel häufigeren Vorkommens anderer Bewegungen sich ebenfalls willkürlich ausdrücklich in ein einziges der positiven Motive hineindenken, ohne daß man bei einer solchen einseitigen Vorbereitung die anderen Zuordnungen vorkommenden Falles verfehlt oder auch nur die Reaktionen sehr viel langsamer ausführt. Hierzu ist nur eine sichere Geläufigkeit der einzelnen positiven Reizmotive und der Zuordnungen selbst notwendig, die freilich vorher durch besondere Einübungen gewonnen worden sein muß. Für jeden Grad dieser Einübung gibt es aber offenbar einen bestimmten Grad der Impulsbereitschaft, der, auch ohne Gedanken an negative Motive in der Vorbereitungszeit, einfach im objektiven »Abwarten« des an sich sicheren Reizes bis zu dessen Wahrnehmung beherrscht werden kann. Sobald man dann aber die korrekte Respektierung der wirklich vorkommenden negativen Motive mehrmals durchgemacht hat, so unterstützt dies weiterhin auch das Vertrauen auf die Selbstbeherrschung immer mehr, so daß man sich immer ruhiger der ausschließlichen Erwartung des positiven Reizmotives bis zu dem nunmehr empirisch bewährten und gewohnheitsmäßig abgegrenzten Grad der Bereitschaft hingibt. Je weiter aber die subjektive Kontrolle in dieser Weise mit der objektiven zusammen auf die Abgrenzung der korrekten Maximalleistung hingearbeitet hat, um so seltener brauchen nun die Vexierversuche wirklich einzutreten, und um so geringer werden dadurch die objektiv bedingten Störungen des Erfolges unserer willkürlichen Abstraktion. Denn so oft ein negatives Reizmotiv einmal wirklich eingetreten war, ist der Eindruck dieser Eventualität zunächst zu nachhaltig, um sofort von der willkürlichen Abstraktion unterdrückt werden zu können. Dies läßt sich aus dem konkreten Verlauf unserer Reihen auch in der Tat erkennen, von denen hier ganz allgemein vorausgeschickt werden kann, daß es bei ihnen wirklich auf Grund der früheren Übung des Reagenten in ähnlichen Versuchen und bei der Verstreuung der Vexierversuche gelungen ist, schließlich von den Vexierversuchen meist vollständig abzusehen. Über jene auch hierbei unvermeidliche Nachwirkung mögen jedoch hier einige besonders auffällige Beispiele einfacher Reaktionen folgen, wobei V. den Vexierversuch bedeutet. [In der ersten Reihe (a, II, o5) wurde wiederholt auf die Aufhellung des nämlichen stets beachteten Punktes (rechts

unten), (P. 19 des Schemas Bd. II, S. 45) reagiert, in der zweiten (6. III. 05) wechselte der im voraus bekannte Punkt von Versuch zu Versuch. Niemals war übrigens ein zweiter V. unmöglich]:

263	231	213	234	217	237	V.	245	230	236	204
245	223	245	222	V.	294	223	234	216	220	218

Man sieht, daß etwa schon der übernächste Versuch wieder normal ist. Für die Berechnung könnte deshalb der nächste Versuch immer weggelassen werden. Bei gleichmäßiger Verstreuung der Vexierversuche gleichen sich jedoch diese Einflüsse auch bei ihrer Einbeziehung gegenseitig ohnedies einigermaßen aus, weshalb sie im folgenden überall beibehalten wurden. Auch war die Störungswirkung meist noch eine viel geringere, und wo sie deutlicher hervortrat, mag sie eine beginnende Tendenz zu einer zu großen Verkürzung kompensiert haben. Dieser Neigung muß dann auch stets durch erneutes Auftreten von Vexierversuchen entgegengearbeitet werden, soweit eben die Einübung im Laufe der Zeit wieder verloren geht, bis ein stationäres Stadium erreicht ist.

Die einfache vollständige Reaktion nach Verabredung eines einzigen Reaktionsmotives und einer Bewegungsart kann somit immer als Grenzfall einer disjunktiven oder sogenannten Wahlreaktion betrachtet werden, bei der der Gedanke an jedes der Ruhe zugeordnete negative Motiv im Vorbereitungsstadium völlig zurücktritt, ohne deshalb dispositionell für die eventuelle Hemmung der aktuellen Impulse beim Ausfall des erwarteten Reizes bedeutungslos zu sein.

Je spezieller natürlich die Reizmotive in den eigentlichen Unterscheidungsreaktionen bzw. den Wahlreaktionen verabredet sind, um so schwieriger wird dieses endgültige Stadium des korrekten Ablaufes der ausschließlichen Erwartung der positiven Reizmotive und der Bereitschaft nach dem wirklichen Vorkommen negativer Motive zu erreichen sein. So betont auch Wundt, daß sie wesentlich unter dem Zeichen der apperzeptiven Hemmung verlaufen, die sich bei korrekter Durchführung der Versuche auch in dem deutlichen Bewußtsein antagonistischer Prozesse des Hervorstrebens und der Verdrängung einer zu großen Impulsbereitschaft äußern. Prinzipiell ist aber auch hier

kein Unterschied vorhanden. Dabei ist es allerdings besonders wichtig, daß die rein intellektuelle Unterscheidung und Wiedererkennung der Reizmotive als solcher zunächst ganz ohne Rücksicht auf eine Reaktionshandlung geläufig geworden ist. Bei den disjunktiven (Wahl-)Reaktionen müssen speziell auch noch die einzelnen von der kombinierten Ausführung in der disjunktiven Einstellung unabhängigen Zuordnungen als solche eingeübt werden, damit man die Einübung der Reaktion selbst sogleich mit einer korrekten Durchführung der Versuche in einer den bequemsten Rhythmus einschließenden Geschwindigkeit beginnen kann. Gerade bei dem Verlauf der Einübung, der in der systematischen Analyse aller psychischen Prozesse von besonderer Wichtigkeit ist, muß in einer gewissen »pädagogischen« Reihenfolge vorgegangen werden, wenn nicht durch zu schnelles Anstreben naturgemäß höherer Entwickelungsstadien eine turbulente Einstellung entstehen soll, welche die bei jeder übereilten Technik bekannte Gefahr der Ausbildung positiv falscher, d. h. der Verabredung zuwiderlaufender Assoziationen in sich birgt und der sicheren Ruhe der Erwartung ausschließlich positiver Reizmotive natürlich von vornherein besonders im Wege steht.

IV. Die Anordnung und Reihenfolge der Versuche.

Hinsichtlich der Versuchsanordnung gilt zunächst die frühere Beschreibung des ganzen optischen Apparates (Bd. II, Fig. 1 bis 6), der mit der nämlichen konstanten Helligkeit des gesamten Sehfeldes, aber mit einem größeren Zusatzlichte zur Aufhellung der einzelnen Stellen (im ganzen wieder 37) verwendet wurde, wie es der von keinem Rauchglas geschwächten Helligkeit der Bogenlampe in dem inneren Teile ihres Projektionslichtkegels (vgl. a. a. O. Fig. 1) entsprach. Von wenigen, besonders vermerkten Reihen am Ende der Versuche abgesehen, wurde der Zusatzreiz als Reaktionsmotiv für alle Punkte 15 σ lang am Tachistoskop exponiert. Außerdem kam nur noch der Stromkreis für das Hippsche Chronoskop neuerer Konstruktion hinzu, das sich, mit dem Wundtschen Kontrollhammer im nämlichen Stromkreis, in einem entfernten Raume befand. Die Zeiger liefen bei Stromschluß, der am Brennpunktstachistoskop (a. a. O. Fig. 3, Bd. II, S. 39) zugleich mit der Freigabe des Lichtstrahles beim Her-

abschnellen des Hebels *H* hergestellt wurde, indem der Draht n_1 an *H* in den vom übrigen Apparate isolierten Quecksilbernapf *q* (Zuleitung k_3) eintauchte. Der Strom ging ferner durch die beiden Reaktionstaster R_1 und R_2, die auf dem Tischvorsprung des Projektionsperimeters (*VV* Fig. 4, S. 41) in einer für den Zeigefinger der rechten und linken Hand bequemen Lage befestigt waren, und wurde, unter Stillstand der Uhrzeiger, durch Loslassen des zunächst niedergedrückten Tasters unterbrochen. Bei den einfachen Reaktionen war in der gewohnten Weise der nicht gebrauchte Taster dauernd geschlossen.

Die Einstellung des Chronoskopes wurde nach den Erfahrungen vorgenommen, die schon im Jahre 1900/01 Herr Dr. Krogius im Leipziger Institute durch eine der Technik unseres Chronoskopes gewidmete, leider nicht abgeschlossene Untersuchung gewonnen hatte und die sich auch in ihrer inzwischen mehrjährigen Benutzung vollkommen bewährt haben. Krogius fand, daß die neuere Verwendung der Uhr mit »Arbeitsstrom«[1]) bei einem kräftigen Antagonismus zwischen Federspannung und Elektromagnetismus eine sehr geringe mittlere Variation ergibt. In unserer Anordnung wurden sechs hintereinander geschaltete Meidingerelemente benutzt, die jeweils nach ca. zwei Monaten, also dreimal während der ganzen Untersuchung, erneuert wurden. Durch geeignete Federspannung, die übrigens während der ganzen Zeit nicht verändert zu werden brauchte, ließ sich nun außerdem auch der konstante Fehler bis auf nur ca. —1 σ für die längeren Zeiten (ca. 400 σ) und auf fast ebenso wenig (ca. —3 σ) für die kürzeren Zeiten (ca. 200 σ) reduzieren. Da diese Fehler gegenüber der zeitlichen Entwickelung des Lichtreizes nicht in Betracht kommen, konnte von einer Korrektur der Zahlen überhaupt Abstand genommen werden. Außerdem brauchte daher während der weiteren Versuche, von Generalkontrollen abgesehen, die tägliche Kontrolle der Uhr beim Beginne und Schlusse der Versuche nur mit einer einzigen Zeit (im Mittel 410 σ) vorgenommen zu werden. Auch behielten wir die alte Sitte der Stromwendung nach jedem Versuche bei.

Da es hier wieder überall vor allem darauf ankam, vor der Auffassung des Reizes eine oft kompliziertere Einstellung des Bewußt-

---

[1]) Vgl. auch Ach, Über die Willenstätigkeit und das Denken, Anhang, S. 251.

seins willkürlich herzustellen, so mußte der Zeitpunkt für das Auftreten des Reizes ebenso wie bei der Schwellenmethode dem Reagenten selbst überlassen bleiben, wie es seinerzeit auch schon Cattell (a. a. O.) für seine Erkennungsreaktionen eingerichtet hatte. Dadurch erforderte also jeder Versuch eine Doppelbewegung, indem der unmittelbar darauf zur Reaktion wieder loslassende Finger selbst den Taster niederdrückte, wobei mit Hilfe der nämlichen schon früher benutzten Stromschaltung (vgl. a. a. O. Fig. 1, S. 36) das Kontaktpendel von seinem Haltemagneten M_3 (Fig. 1, Tisch II) losgelassen und so die Exposition des Lichtstrahles am Tachistoskop ausgelöst wurde. Der Taster war natürlich so eingestellt, daß die zuerst erwähnte Schließung des Chronoskopstromes auch bei der größten jemals in Betracht kommenden Langsamkeit des Niederdrückens viel früher erfolgte, als das Pendel den ersten in seiner Gleichgewichtslage angebrachten Unterbrechungskontakt für das Tachistoskop erreichte. Entsprechende Umschaltungen ermöglichten das nämliche für die linke Hand, bzw. die Auslösung des Pendels mit der einen und die Reaktion mit der anderen Hand. Diese den Reiz auslösende Bewegung des Niederdrückens vertrat auf solche Weise wiederum die Stelle eines Vorsignales; ja es drohte von seiten der eigenen Vorbewegung offenbar ganz besonders die Gefahr, daß sich jene rein assoziativ-rhythmische Führung des Impulses ausbilde, welche die sog. verkürzte Reaktion bedingt. Dazu betrug die Zwischenzeit von der Auslösung bis zum Eintritt des Reizes nur ca. 0,4 Sek. (gemäß der Anordnung = $^1/_2$ Schwingung des Pendels). Aber jene Zwischenzeit, die bei passiver Hinnahme eines objektiven Vorsignales natürlich viel zu kurz gewesen wäre, war für die Selbstauslösung gerade die angemessene. Sie bewirkte, daß der gesamte Prozeß der Hin- und Herbewegung einen einzigen einheitlichen Apperzeptionsakt auf der Basis der soeben gelungenen Aufmerksamkeitseinstellung ausmachte. Für einen solchen Akt nimmt man gewöhnlich[1]) die sogenannte »Indifferenzzeit« der korrektesten Zeitschätzung an, die für leere Zeitstrecken noch etwas länger als das soeben genannte Intervall von der Vorbewegung bis zum Reiz (ca. 0,6 Sek.) dauert und somit, unter Hinzunahme der Reaktionszeit, in der Tat von dem Prozeß im ganzen

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psychologie III [5], S. 89.

ungefähr erreicht wird. Das Gelingen der Vexierversuche beweist aber nun, daß auch dieser einheitliche, enge in sich geschlossene Akt nach der motorischen Einleitung trotz dieser Geschwindigkeit die objektive Auffassung der Reizlage als Hauptmoment in sich aufnehmen kann, von dessen Inhalt dann erst der Abschluß des Ganzen eindeutig bestimmt wird.

Der Kontakt und das Tachistoskop brachten ein nur schwaches und dabei völlig konstantes Geräusch mit sich, an welches jedoch der Reagent von den Schwellenversuchen her vollkommen gewöhnt war, so daß es schon rein subjektiv von Anfang an nicht als Störung empfunden wurde. Auch war ja die Aufmerksamkeit immer ausschließlich den Lichtreizen zugewendet. Die vielen, regelmäßig gelungenen Nullversuche, bei denen alles einschließlich des Geräusches genau so wie bei den positiven Versuchen verlief und nur keines der Löcher am Schattentrichter (*t*, Fig. 1, a. a. O.) geöffnet war, beweisen aber außerdem auch noch objektiv wenigstens soviel, daß die Geräuschwahrnehmung nicht etwa das Reaktionsmotiv bildete.

Da die wichtigste Tätigkeit der Reizvariation durch verschiedene Abstöpselung des Schattentrichters den Experimentator in dem nämlichen Zimmer wie den Reagenten festhielt (er war jedoch wie früher von ihm noch durch einen größeren Schirm getrennt), so wurde zur Bedienung des Chronoskopes noch eine dritte Person notwendig, die mit dem Experimentator durch Klingelsignale in Verbindung stand. Der leider inzwischen bereits verstorbene Herr von Spitzbarth hatte die Freundlichkeit, diese Funktion während des ganzen Semesters mit größter Pünktlichkeit, Ausdauer und Zuverlässigkeit zu erfüllen.

Da es uns vor allem darauf ankam, die Resultate auf die früheren Klarheitsmessungen nach der Schwellenmethode zu beziehen, die ausschließlich von dem einen von uns beiden (Wirth) als Beobachter gewonnen sind, so kam dieser auch als Reagent zunächst in Frage. Die Durchführung der notwendigen Reihen mit ihm füllte wiederum die ganze zur Verfügung stehende Zeit aus. Bei der Mannigfaltigkeit der in Betracht gezogenen Versuchsvariationen einschließlich der objektiven Kontrollen hätten die Resultate durch weniger zahlreiche Reaktionen anderer ungeübterer Personen kaum verbessert oder ver-

allgemeinert werden können, so daß wir auch hier als Kontrolle gleich ausgedehnte Versuche anderer Reagenten abwarten müssen. Kästner war daher bis auf einige, mehr zur qualitativen psychologischen Analyse vorgenommene Reihen der Experimentator.

Die Versuche zerfielen nun in drei sachlich zusammengehörige Hauptgruppen für je eine besondere Hauptfrage, deren einzelne in sich homogene Unterabteilungen (Einzelreihen) größtenteils zu gemischten Tagesgruppen vereinigt wurden. Erstens waren einfache Reaktionen auszuführen, bei denen der Lichtreiz, auf den reagiert werden sollte, nach Verabredung nur innerhalb des im Vorbereitungsstadium zu beachtenden Gebietes stattfand. Die beachtete Region umfaßte hierbei erstens bei (wissentlichen) Konzentrationsversuchen nur den kleinsten Bezirk eines einzelnen Punktes (Nr. 1 bis 37), der zu diesem Zwecke, wie bei den Normalschwellen (a. a. O. S. 69), immer unmittelbar vorher nochmals gezeigt wurde; zweitens wurde bei den eigentlichen Verteilungsversuchen einer der vier Quadranten (a. a. O. S. 80) oder endlich drittens das ganze (linke) monokulare Sehfeld (a. a. O. S. 72) beachtet. In der zweiten Hauptgruppe wurde dann, ebenfalls analog den Schwellenversuchen (a. a. O. S. 74) die Aufgabe gestellt, auf das Auftreten jedes Lichtreizes innerhalb des gesamten Sehfeldes zu reagieren, aber doch im Vorbereitungsstadium zu versuchen, seine Aufmerksamkeit auf ein kleineres Gebiet (Punkt oder Quadrant) einzuschränken. Drittens fanden disjunktive Reaktionen (in dem oben definierten Sinne, sogenannte Wahlreaktionen) statt, in denen entweder je eine Hälfte des Sehfeldes (zwei Quadranten) einem der beiden Zeigefinger zugeordnet war, oder statt ihrer ein einzelner Punkt einerseits und das ganze übrige Sehfeld andererseits.

Die erste Hauptgruppe erstreckte sich durch das ganze Semester hindurch. In einem Stadium höherer Einübung, im Verlauf des zweiten Drittels, wurden die Reihen der zweiten Gruppe eingefügt. Während einer mehrtägigen Pause innerhalb der ersten Gruppe, vor deren letztem Drittel, wurden endlich in geschlossener Reihenfolge die wichtigsten Versuche der dritten Hauptgruppe ausgeführt, die jedoch ebenfalls schon während der Versuche zur ersten Gruppe begonnen hatten. Der konkrete Verlauf ist aus den Angaben an der Abszisse zur Kurve der ersten Gruppe zu ersehen (s. Fig. 2

im später folgenden Schlußabschnitt vorliegender Arbeit). Die einzelnen Reihen umfaßten zunächst zehn Einzelversuche, später, von den Wahlreaktionen an, je zwölf, zu denen meistens noch ein Vexierversuch hinzukam. Vier Reihen dieser Art bildeten das während des ganzen Semesters von 5—6 Uhr nachmittags erledigte Tagespensum, zu dem am Schlusse der Versuche in den Osterferien (im März) zweimal noch eine zweite Sitzung von gleicher Ausfüllung nach einer kurzen Pause hinzukam. Es wurde stets darauf geachtet, daß die Reihen einer bestimmten Einstellung der Aufmerksamkeit soweit als irgend möglich die nämliche Zeitlage innerhalb jeder Tagesgruppe einhielten, damit sie wenigstens unter sich vollkommen vergleichbar blieben. Doch ging mit fortschreitender Übung dieser Nebeneinfluß der Zeitlage ohnehin immer mehr zurück. Bei den Mittelwerten der disjunktiven Reaktionen (dritte Hauptgruppe), welche hier stets die ganze Sitzung ausfüllten, ist er übrigens für alle direkt unter sich verglichenen Zuordnungen durch deren fortwährenden regelmäßigen Wechsel vollständig kompensiert. Die einzelnen Punkte mußten hierbei natürlich immer, soweit ihre Unwissentlichkeit in Frage kam, in zufälligem Wechsel von einem Versuch zum anderen variiert werden, was die Anordnung sehr schnell und für den Reagenten völlig unmerklich bewerkstelligen ließ.

V. Die Reduktion der Einzelwerte und der partiellen Mittelwerte zur Ausgleichung der Lageeinflüsse.

In ähnlicher Weise, wie wir den Klarheitswert nach der Schwellenmethode erst als Verhältniszahl[1]) aus den absoluten Werten der Ablenkungs- und der Normalschwelle bestimmten, um ihn von den speziellen, peripherer bedingten Eigentümlichkeiten der Stelle des Sehfeldes zu befreien, mußten nun offenbar auch die absoluten Reaktionszeiten für die einzelnen Punkte, wenn aus ihnen ein Ausdruck des Effektes der Aufmerksamkeitseinstellung im ganzen entnommen werden sollte, von zufälligen Nebeneinflüssen der Raumlage befreit werden, zumal an den zwar annähernd gleich großen Flecken von ca. 8° Durchmesser, wie sie dem neuen Schattenkegel (Bd. II, S. 45, Anm.) entsprachen, die Aufhellung nicht überall subjektiv ganz gleich-

[1]) Wundt, Phil. Stud. 20 (Festschrift) 1902, S. 597 u. diese Studien II, S. 31.

wertig (für die Peripherie z. B. etwas ungünstiger) war. Die Reaktionszeit ist aber unter gleichen Bedingungen der willkürlichen Aufmerksamkeitsrichtung gerade von Intensitäts- und Lageverhältnissen mit abhängig. Nun ist auf dem Gebiete der Messung psychischer Zeiten seit Donders die subtraktive Reduktion gepflegt worden, wobei man bestrebt war, die Verlängerung der Zeiten über ein gewisses Minimum hinaus aus einer einfachen additiven Einfügung absoluter Zeitstrecken für bestimmte Zusatzleistungen (psychische »Termen«) abzuleiten. Dieses Verfahren ist insbesondere da unangreifbar, wo das Erlebnis im ganzen schon rein subjektiv einen Verlauf neu hinzutretender Vorstellungsakte von der ersten Reizwahrnehmung bis zum eigentlichen Motiv des Impulses erkennen läßt, also z. B. bei der Reaktion auf relativ selbständig assoziierte Vorstellungen, die sich an die direkte Sinneswahrnehmung erst sekundär anschließen. Doch treten selbst hier daneben schon Modifikationen auch aller übrigen Akte hinzu, die nach Wundt beim Vollzug höherer Leistungen unter einer allgemeinen apperzeptiven Hemmung verlaufen, was sich bei allen zusammengesetzten Reaktionen auch in Spannungsgefühlen deutlich äußert[1]). Während aber sonach gewiß selten eine ausschließlich subtraktive Reduktion möglich erscheint, so liegt es näher, die annähernd proportionale Hemmung oder Beschleunigung aller beteiligten »Termen« als eine relativ selbständiger vorkommende Modifikation aller Hauptformen der Reaktionsvorgänge, also auch der einfachen zuzugestehen. Wenn irgendwo, so scheint nun gerade für die Abhängigkeit der Reaktionszeit vom Klarheitsgrade der Motivauffassung, die wir hier im einzelnen untersuchen wollen, eine solche proportionale Veränderung der zunächst von beliebigen Unterschieden der Raumlage modifizierten Reaktionszeiten angenommen werden zu können. Diese Hypothese ruht zunächst freilich nur auf der allgemeineren, qualitativen Überlegung, daß an den Zeitunterschieden für die einzelnen Punkte eine ziemlich gleichartige Modifikation aller drei Hauptfaktoren des Reaktionsvorganges, der Reizauffassung, der Zuordnung zur Bewegung und der Anregung der Tätigkeit als solcher beteiligt seien[2]). Diese An-

[1]) Wundt, Physiol. Psychologie III [5], S. 459.

[2]) Hiermit ist jedoch noch nichts über die oben als sehr kompliziert bezeich-

nahme ist aber wohl einstweilen wahrscheinlich genug, um in Ermangelung genauerer Hilfsmittel in allen den Fällen, in denen die Durchführung der nämlichen Aufgabe für sämtliche Einzelpunkte ausgeschlossen war, also z. B. bei den Versuchen mit konstanter Konzentration auf den nämlichen Punkt, die Zufälligkeiten der Lage im Schlußresultate auszugleichen. Als Normalwerte dieser Umrechnung wurden wieder, ähnlich wie bei der Schwellenmethode (a. a. O. S. 69 ff.), die Minimalzeiten nach maximaler Einübung der Konzentrationsversuche (bei wissentlicher Beachtung der gereizten Stelle) am Schlusse der Untersuchung zugrunde gelegt, jedoch diesmal die Mittelwerte aus den fünf letzten Zeiten für jeden Punkt. Diese sind außerdem noch durch ein besonderes Ausgleichungsverfahren hindurchgegangen, das zufällige Unstetigkeiten zwischen den unmittelbar benachbarten Punkten, die bei dieser geringen Versuchszahl für jeden einzelnen übrig bleiben, kompensieren soll. Denn bei der Schwellenmethode besitzt natürlich jeder einzelne Werth einer Minimalschwelle ein entsprechend höheres Gewicht wie ein einziger Reaktionsversuch, da zu seiner Ableitung nach der Methode der Minimaländerungen stets mehrere Einzelbeobachtungen beigezogen werden müssen, wenn auch andererseits jede einzelne Reaktionszeit bereits ein vollständigeres Resultat für sich darstellt, als der Einzelversuch bei der Schwellenmethode. Die rohen Mittelwerte aus den fünf letzten Konzentrationsreihen waren für die einzelnen Punkte [1]):

Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
R.-Z. σ:	205	190	219	200	223	224	195	228	200	
Nr.:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
R.-Z. σ:	200	206	240	205	201	221	221	223	198	
Nr.:	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
R.-Z. σ:	243	238	248	237	248	223	241	259	226	
Nr.:	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
R.-Z. σ:	247	221	228	232	233	237	226	265	225	206

nete Abhängigkeit der Zeitmodifikation für einen beliebigen Punkt vom Klarheitsgrade der Reizauffassung ausgemacht.

[1]) Die fortlaufenden Nummern der Punkte beginnen im innersten Ringe links oben und gehen von da aus der Richtung des Uhrzeigers entgegen durch den Ring hindurch, um im nächsten Ring wieder links von der Vertikalen des I. Quadranten einzusetzen usw.

Für jeden Punkt wurde nun ein Mittel aus ihm selbst und den vier, ihm allerseits nächst benachbarten Punkten gebildet. Für P. 16 z. B. (s. Schema a. a. O. S. 45, Fig. 6) ergab sich aus Nr. 16, 7, 15, 17 und 27 216 σ. Für die äußersten Punkte kamen nur die in der Peripherie selbst angrenzenden Nachbarpunkte hinzu, was nicht ganz ohne Willkürlichkeit abging, aber keine wesentlichen Differenzen brachte. Fig. 1 zeigt die Tafel dieser Normalwerte. Wo nun im folgenden Mittel- oder auch Einzelwerte als Ausdruck eines Einflusses der Aufmerksamkeitsverteilung oder der Übung als solcher, unter ausdrücklicher Abstraktion von den konkreten Raumverhältnissen, vorkommen, ohne daß die benutzten Einzelwerte selbst bereits alle 37 Punkte umfaßten, sind dieselben auf einen Wert reduziert, der (wenigstens unter Voraussetzung jener ungefähren Proportionalität der Wirkung an den verschiedenen Punkten) den jeweiligen Einfluß auf den Mittelwert aller Normalwerte

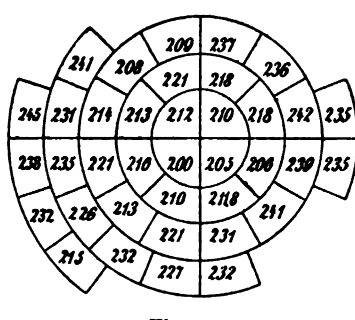


Fig. 1.

oder den Normalmittelwert 223,8 (statt 223,5 m. V. 14,4 als Mittel wert aller 5 × 37 rohen Minimalwerte) wiedergeben würde. Sie sind also mit einem Bruche multipliziert, dessen Zähler konstant der eben genannte Normalmittelwert ist, während der Nenner in dem mittleren Normalwert der Punkte besteht, für die der reduzierte Wert bestimmt werden soll[1]), oder bei einem einzigen Punkte einfach in dessen Normalwert selbst. Öfters werden aber im folgenden auch die nicht reduzierten Reaktionszeiten selbst mitgeteilt werden, wo es sich um das konkrete Gesamtbild der Klarheitsgrade in ihrer Verteilung über das Sehfeld bei einer bestimmten Einstellung der Aufmerksamkeit handelt. Darum wird die Reduktion überall besonders vermerkt sein.

(Schluß folgt.)

[1]) Diese Reduktion darf also nicht mit unserer früheren bei der Schwellenmethode verwechselt werden, welche einfach das Verhältnis der modifizierten Schwelle zur Normalschwelle als (reziproken) Klarheitswert ableitete, während hier die Dimension der Reaktionszeit bei der bloßen Multiplikation mit einem Reduktionsfaktor erhalten bleibt.

Die stroboskopischen Täuschungen und das Problem des Sehens von Bewegungen.

Von

Paul Linke

(Jena).

Mit 8 Figuren im Text.

I. Einleitung. Begriff der stroboskopischen Täuschung.

Im Jahre 1895 gelangten die ersten Kinematographen nach Deutschland. Damals gab es viel staunende Berichte in den Zeitungen und klingende Sätze. Besonders an Vergleichen mit dem Phonographen fehlte es nicht. Gibt es — so konnte man lesen — etwas Flüchtigeres, Vergänglicheres als die Bewegungen unseres Körpers? Es sei gewiß kein geringer Triumph, daß es gelungen, nun auch sie, wie vordem schon das gesprochene Wort und den Klang der menschlichen Stimme festzuhalten und für alle Zeiten aufzubewahren. Und doch liegt, wenn man es genau nimmt, ein Fehler in solchen Betrachtungen, so unbestreitbar sie zunächst scheinen. In *einem* Punkte ist der Kinematograph seinem Vorgänger unterlegen. Es ist bis heute noch nicht gelungen, eine Bewegung zu reproduzieren in *dem* Sinne, in dem der Phonograph einen Klang reproduziert oder ein Wort. Hier werden Luftschwingungen erzeugt, wirkliche Töne also, die sich im idealen Falle in keiner Hinsicht von den ursprünglichen Tönen unterscheiden. Dort aber haben wir, physikalisch genommen, *keine* Bewegungen, sondern Bilder, die an sich ebensowenig Bewegungen sind und ebensowenig Bewegungen verursachen können, wie sonst Bilder auch. Freilich, wenn sie in geeigneter Weise vorgeführt werden, setzen *wir* sie zu einer Bewegung zusammen, und wir können gar nicht anders, wir müssen es tun, wir haben den Bewegungseindruck in zwingender Weise.

Was also vorliegt, ist ein subjektives Phänomen, eine Täuschung des Bewußtseins; die Frage aber, um die es sich dabei handelt, ist eine Frage der Psychologie. Und die bliebe sie auch dann noch, wenn sich schließlich herausstellen sollte, sie fände aus nichtpsychischen Tatsachen heraus eine genügende Beantwortung. Alle Probleme, die das Bewußtsein betreffen, sind nun einmal zunächst psychologische Probleme, mag am Ende ihre Lösung sein, welche sie wolle.

Das gilt im strengsten Sinne, und da bei allen »Täuschungen«, auch bei den überwiegend physikalisch bedingten, natürlicherweise Bewußtseinsvorgänge beteiligt sind, haben alle Fragen, die Täuschungen betreffen, eine psychologische Seite, deren besondere Untersuchung immer möglich ist und in manchen Fällen wohl auch fruchtbar werden kann. Schließlich haben immer drei Faktoren zunächst ganz gleichen Anspruch auf Berücksichtigung, ein physikalischer, ein psychologischer und ein physiologischer, aber beinahe nur der zuletzt genannte pflegt bei unseren Erscheinungen hervorgehoben zu werden: man spricht von diesen Täuschungen — soweit sie überhaupt als problematisch gelten — gemeinhin als von einem physiologischen Problem — sehr zum Schaden der klaren Einsicht.

Von Nachbildern wird im folgenden die Rede sein. Dabei gebrauche ich den Begriff im allgemeinsten Sinne: ich verstehe darunter alles das, was von der Gesamtheit des jeweils wahrgenommenen den physikalischen Reiz überdauert: ich verstehe darunter also nicht die bloße Erscheinung des Abklingens, sondern vor allem auch die Phasen, die ihr unmittelbar vorangehen[1]). Freilich das Wort ist am Ende keine glückliche Prägung. Von Bildern sprechen wir sonst in rein psychologischem Sinne, von Phantasiebildern, von Erinnerungs-

[1]) Noch ferner liegt es mir natürlich, den Begriff des Nachbildes in dem speziellen Sinne anzuwenden, den er bei einigen modernen Forschern (vor allem durch die Untersuchungen von Hess) erhalten hat: die eigentümlichen Nachbildoszillationen treten für die Stroboskopie gänzlich zurück: sie werden durchweg als selbständige Nebenerscheinungen gefaßt, niemals aber — und darauf allein kommt es an — auf die gesehenen Gegenstände als solche bezogen; zudem bedarf es meist einer besonderen Einstellung der Aufmerksamkeit, um sie überhaupt bemerkbar werden zu lassen. Daß vollends komplementäre Nachbilder für unsere Fragen ganz belanglos sind, hat bereits O. Fischer (Philos. Stud. Bd. 3, S. 148) einwandfrei nachgewiesen.

bildern. Hier aber handelt es sich um etwas anderes: um Nachreize, um die Nachdauer physiologischer Vorgänge in der Netzhaut. Solange diese Vorgänge mit einer gewissen Intensität andauern, solange wird unter normalen Bedingungen auch ein Empfindungsvorgang vorhanden sein, und es ist dabei ganz gleichgültig, ob der physikalische Reiz noch besteht oder nicht. Das Wort Nachbild drückt also eine Beziehung aus zwischen physikalischem und physiologischem Reiz, aber keine zwischen physiologischem Reiz und Empfindung. Durch die ganz allgemeine, auch sonst vorhandene Verknüpfung von physiologischem Reiz und Empfindung ist ohne weiteres auch der psychische Effekt, also das eigentliche Nachbild, die den physikalischen Reiz überdauernde Gesichtsempfindung, gegeben.

Solche Nachbilder sollen der herrschenden Anschauung nach das kinetoskopische Phänomen erklären. Unsere Frage war ja: wodurch entsteht aus den vorgeführten Einzelbildern für uns die Bewegung? Und eben hierauf lautet gemeinhin die Antwort: durch Nachbilder. Die dargebotenen Bilder sind natürlicherweise bereits aufeinander abgestimmt, sie stellen stets denselben Gegenstand dar oder auch denselben Komplex von Gegenständen, nur in immer anderen Lagen, sie sind also Bilder der Phasen einer Bewegung. Dabei ist immer die nachfolgende Phase nur sehr wenig von der vorhergehenden verschieden. Zugleich hinterläßt jede Phase ein Nachbild auf der Netzhaut, das die folgende Periode, also die Pause zwischen zwei Bildern, überdauert und somit — der Theorie zufolge — den Zusammenhang aller Phasenbilder herstellt. Mit anderen Worten: die Bewegung ist zwar physikalisch nicht vorhanden, wohl aber physiologisch. Die Nachbilder stellen ein Kontinuum der einzelnen Phasen her, und dieses Kontinuum ist identisch mit dem Bilde einer Bewegung. Unser Eindruck der Bewegung ist dann nur die notwendige Folge der konstanten Verknüpfung von Reiz und Empfindung. Diese Theorie erfreut sich einer sehr großen Verbreitung, und man kann sagen: jeder, der den Kinematographen oder seinen primitiveren Vorläufer, das Stroboskop oder Lebensrad kennt, weiß auch um diese Erklärung. In physikalischen wie physiologischen Lehrbüchern findet sie sich angeführt als etwas ganz Selbstverständliches, und Helmholtz erwähnt in seiner physiologischen Optik zwar allerlei Beob-

achtungen am Stroboskop, aber die übliche Deutung der Erscheinung bezweifelt er mit keinem Worte[1]).

Gleichwohl behaupte ich vorausgreifend: diese Theorie ist vollkommen falsch. Die kinetoskopischen Täuschungen werden durch Nachbilder in keiner Weise erklärt; und wir haben es im Grunde nur mit einem sehr merkwürdigen Irrtum zu tun, den wir aber sofort verstehen: er erklärt sich, wie so mancher andere, aus historischen Bedingungen. Die ersten stroboskopischen Täuschungen, die bekannt wurden, waren in der Tat, wenn nicht der Hauptsache nach, so doch zugleich, höchst eigenartige Nachbildphänome. Im Jahre 1825 erschien in den »Annals of Philosophy« ein Aufsatz Rogets[2]), in dem wir die erste literarische Festlegung einer solchen Täuschung erblicken müssen. Der Autor bespricht eine Beobachtung, die sehr auffallend ist, trotzdem jedermann leicht Gelegenheit findet, sie ebenfalls zu machen. Geht man an einem engen Gitter entlang, und trifft es sich, daß auf der anderen Seite gerade ein Wagen vorüberfährt, so erleiden dessen Räder für unseren Augenschein eine sonderbare Veränderung: sie verlieren ihre Form und stehen still. Die etwas unbestimmte Erscheinung wird deutlich durch folgenden Versuch. Ein kleines Rad dreht sich nur um seine Achse, die senkrecht auf den Beschauer zuläuft. Ein Schirm mit vielen parallelen Spalten ersetzt das Gitter. Er bewegt sich rasch, aber gleichmäßig und natürlich senkrecht zur Spaltrichtung vor den Augen vorüber, der Ebene des Rades parallel. Blickt man dann durch diesen Schirm, so sieht man — nicht das Rad, sondern an seiner Stelle ein seltsames Gebilde: nur der Radkranz besteht noch und von den Speichen jene beiden, deren Lage mit der der Schirmspalten übereinstimmt, die anderen haben sich in Kurven verwandelt, von denen immer je zwei, die sich symmetrisch gegenüber liegen, gleiche Gestalt zeigen. Das auf der geraden Mittellinie senkrechte Speichenpaar ist am stärksten gekrümmt, von dort aus nimmt die Krümmung nach beiden Seiten hin ab — wie die Figur es veranschaulicht. Das Merkwürdigste aber

[1]) Nach dem Gesagten ist es selbstverständlich, daß auch die Anschauung, welche die fraglichen Täuschungen auf das »Talbotsche Gesetz« zurückführen will, hier den Nachbildtheorien zugezählt wird und werden muß.

[2]) Annals of Ph. Aug. 1825, S. 107. Desgl. Poggendorffs Annalen, Bd. 5, S. 93.

ist: die Erscheinung verharrt unbeweglich auf ihrem Platze; alle Drehung ist aufgehoben.

Zur Erklärung denken wir uns mit Roget den Vorgang vereinfacht. Der Schirm habe einen Spalt, das Rad nur eine Speiche. Sie sei aber jetzt objektiv in Ruhe, und nur der Schirm werde bewegt; dann müssen wir, wie ohne weiteres einleuchtet, die Speiche ihrer Gestalt nach genau so sehen wie ohne Schirm: die Ursache sind Nachbild-, oder wenn man lieber will Verschmelzungsphänomene[1]).

Die Gesichtsreize, die von der Speiche ausgehen, erscheinen zwar nacheinander, aber doch sehr rasch nacheinander: der erste wirkt in fast unveränderter Stärke, während schon der letzte beginnt, und wir haben, während er wirkt, gar keine Bürgschaft, daß der Gegenstand, von dem er ausging, noch existiert oder sich gar an derselben Stelle befindet. Gelänge es, alle die Teile des Stabes oder der Speiche zu vernichten, an denen der Spalt eben vorüber geglitten — das Bild auf der Netzhaut würde kein anderes sein: denn es setzt sich einfach aus den Speichenpunkten zusammen, die nach und nach durch den Spalt sichtbar gemacht werden, also kurz gesagt, aus sämtlichen aufeinander folgenden Schnittpunkten von Spalt und Speiche. Ruhend aber erscheint die Speiche, nicht weil sie objektiv ruht, sondern weil diese Folge von Schnittpunkten simultan und nur einen Moment gesehen wird. Darum gilt für die bewegte Speiche ganz dieselbe Regel; nur stimmt dann das Bild, das sich aus den sukzedierenden Schnittpunkten zusammensetzt, nicht mehr mit dem objektiven Speichenbild überein, sondern zeigt eine Kurve, deren Ge-



Fig. 1.

---

[1]) Nicht jedoch Verschmelzungsphänomene in dem später noch zu erörternden Sinne (S. 461); es wäre darum besser, sie Mischungsphänomene zu nennen: leider hat sich durch einige Autoren, die speziell über solche Erscheinungen gearbeitet haben, die Bezeichnung Verschmelzung auch für diese eingebürgert. Vgl. hierzu Wundt, Physiol. Ps., 5. Aufl., Bd. II, S. 118 f., sowie die späteren Ausführungen dieser Arbeit.

stalt durch einfache, geometrische Gesetze bestimmt ist. Zieht man dann alle in ihrer Lage ja verschiedenen Speichen ebenfalls in Rechnung, so erklärt sich die ganze sonderbare Figur. Man kann also ihre Entstehung, wie Roget bereits getan hat, mathematisch ableiten.

Aber das sind formale Dinge, die uns hier nichts angehen. Nur eines sei bemerkt. Dem Autor ist ein eigentümlicher Irrtum untergelaufen, der sich bis heute in der Literatur[1]) erhalten hat: er werde bei dieser Gelegenheit richtig gestellt. Roget behauptet nämlich ausdrücklich, daß die Drehungsrichtung des Rades auf die Gestalt der Kurven von keinerlei Einfluß sei: die Konvexität der gekrümmten Bilder ist »an beiden Seiten beständig nach unten gekehrt« und bleibt es, »das Rad mag sich nach der rechten oder linken Seite des Beobachters hin bewegen«[2]). Eine einfache Überlegung zeigt, daß das falsch ist. Denn da die Kurven rein geometrisch (oder richtiger kinematisch) bestimmt sind, können sie nicht von der Lage des Beobachters abhängen: dann allein aber wäre jene Eigentümlichkeit verständlich. Wir nehmen an, die ganze Anordnung stände auf dem Tische, zugleich sei die Radebene und also auch die Schirmebene der Ebene des Tisches parallel. Vielleicht sehe ich dann wirklich konvexe Kurven, ein Beobachter aber, der mir genau gegenüber steht, sieht dieselben Kurven konkav. Die Krümmungen sind also keineswegs unter allen Umständen gleichgerichtet. Aus Versuchen, die sich leicht mit einem stroboskopischen Zylinder anstellen lassen, ergibt sich außerdem, daß auch die Drehungsrichtung des Rades von Einfluß ist. Theoretische Betrachtungen führen schließlich zu folgender einfachen Regel: Die Konvexität der Krümmung ist stets nach derjenigen Radhälfte hingekehrt, deren Bewegungsrichtung mit der des Schirmes übereinstimmt.

Es ist übrigens erklärlich, wie Roget zu seinem Irrtum gelangen konnte. Er übertrug die Erfahrungen, die er bei Wagenrädern hinter ruhenden Gittern gemacht hatte, unmittelbar auf seine viel allgemeineren theoretischen Untersuchungen, ohne diese auch noch daraufhin zu betrachten. Und welches ist der Sachverhalt bei ruhendem Gitter?

---

[1]) So bei Stern, Die Wahrnehmung von Bewegungen vermittels d. Aug., Zeitschrift für Psych., Bd. VII (1894) S. 321 ff., § 20 δ; desgl. Wundt, Physiol. Psych., 5. Aufl., Bd. II, S. 583.

[2]) Poggend. Ann. Bd. 5, S. 98.

Prinzipiell ganz derselbe wie bisher. Denn für die Entstehung der Täuschungsfigur kommt nur die relative Bewegung von Rad und Gitter in Betracht. Durch die fortschreitende Radbewegung kommt aber stets eine scheinbare Bewegung des Gitters nach der entgegengesetzten Seite zustande. Zugleich ist ersichtlich, daß im jeweiligen Berührungspunkte von Rad und Rollfläche die Rotationsbewegung der fortschreitenden Bewegung der Achse entgegengerichtet sein muß Das heißt aber, da sich die Rollfläche meist unten befindet: die Speichenbewegung der unteren Radhälfte ist — soweit davon überhaupt die Rede sein kann — der Achsenbewegung entgegengesetzt. Oder infolge der Relativitätsbeziehung: die Scheinbewegung des Gitters ist der Speichenbewegung in der unteren Radhälfte gleichgerichtet; und daraus folgt nach dem obigen Gesetz, daß tatsächlich in allen solchen Fällen die Konvexität der Kurven nach »unten«, d. h. nach der Rollfläche gekehrt ist. Eine Änderung in der Drehrichtung des Rades zieht eben stets eine Änderung in der scheinbaren Gitterbewegung nach sich, wobei sich von selbst versteht, daß objektive Verschiebungen des Gitters diese Tatsache aufheben oder doch erheblich modifizieren.

Doch nun zur Hauptfrage: wird die Täuschung durch Nachbildwirkungen vollständig erklärt? Von der Verzerrung der Speichen gilt das gewiß, indessen: sie überrascht bei der Erscheinung am Ende gar nicht am meisten. Sondern, was so eigen berührt und wohl zuerst auch auffällt, das ist die plötzliche Verwandlung eines rasch bewegten Gegenstandes in ein vollkommen ruhendes Gebilde, vor allem aber, daß dieses Gebilde während des ganzen Versuches in seiner Ruhe verharrt. Möglich wird das allein dadurch, daß all die Speichenkurven, die verharrend, d. h. als immer dieselben gesehen werden, in Wahrheit gar nicht dieselben sind, sondern beständig, der Drehung des Rades gemäß, durch andere ersetzt werden.

Wir werden also durch die Versuchsanordnung gezwungen, Objekte, die an sich wohl unterschieden sind, mit einander zu verwechseln, numerisch getrenntes zu identifizieren. Blicken wir auf einen Gegenstand, der ruhig vor uns liegt, und schließen wir dann für kurze Zeit die Augen, so zweifeln wir beim Wiederöffnen nicht im mindesten an seiner Identität, trotzdem uns doch im Grunde auch hier die sichere Bürgschaft dafür fehlt. Der Gegenstand hätte ja in der

Zwischenzeit durch einen anderen von genau gleichem Aussehen ersetzt werden können, so daß es uns einigermaßen wie dem Hasen in der Fabel gegangen wäre, der vom Igel im Wettlauf besiegt zu sein glaubt, bloß weil er ihn von der Igelin nicht unterscheiden kann. Im Falle der ruhenden Kurven geht es uns in gewissem Sinne wirklich so: denn die Objekte, von denen sie erzeugt werden, sind nicht identisch, sondern nur gleichartig.

Aber haben nicht doch auch hier die Nachbilder eine entscheidende Bedeutung? Öffnen wir die Augen sehr bald nach dem Schließen wieder, so kann das Nachbild des ersten Eindrucks in der Tat bis zum zweiten verharren, so daß der Gegenstand anscheinend niemals verschwindet. Und das eben ist doch auch bei den ruhenden Kurven der Fall. Wir halten sie nicht bloß für dieselben, sondern sehen sie auch ohne Unterbrechung vor uns, dadurch aber wird die Identitätstäuschung augenfällig, in besonderem Maße zwingend. Gewiß! aber das eigentlich entscheidende liegt doch in der Gleichartigkeit. Sind die Gegenstände ihrem Aussehen nach verschieden, hätten also in unserem Falle die Speichen eine deutlich von einander abweichende Gestalt, so wäre (wie ohne weiteres verständlich) die Täuschung aufgehoben — trotz aller Nachbilder. Die Nachbilder sind in Wahrheit nur ein Mittel, den tatsächlichen Wechsel der Gegenstände in besonders unauffälliger Weise zu verbergen; und es erhebt sich die Frage, ob es nicht möglich ist, dieses bloß technische Hilfsmittel durch ein anderes zu ersetzen, wenn nicht bei der Rogetschen Täuschung selbst, so doch bei anderen ähnlicher Art. Und so ist es in der Tat: dabei denke ich nicht an die Kunststücke der Taschenspieler, von denen einige auch hierher gehören, sondern an andere, gar nicht unbekannte Erscheinungen, von denen noch die Rede sein wird.

Speziell für das Kurvenphänomen gilt jedenfalls: es kommen zwei ganz verschiedene Faktoren zur Geltung: zuerst die Tatsache der Nachbilder, die die Verzerrungserscheinungen ermöglicht, dann aber die Gleichartigkeit rasch hintereinander an derselben Stelle wahrgenommener Objekte, die — durch Verschmelzungserscheinungen[1]) be-

---

[1]) Hier wird dieser Begriff nicht im Sinne der »Mischungsphänomene«, sondern in dem S. 461 ff. erörterten Sinne verstanden.

günstigt — die Identifikation des numerisch verschiedenen verursacht. Dabei geht aus dem Gesagten hervor, daß bei solcher »Identifikation« nicht im mindesten an einen logischen Prozeß gedacht werden kann.

Wie nun Identifikationstäuschungen ohne Nachbildphänomene, so gibt es begreiflicherweise auch umgekehrt Nachbilderscheinungen, die nicht zugleich Identifikationstäuschungen sind. Als identisch gilt uns »derselbe« Gegenstand zu verschiedenen Zeiten, und eine Täuschung in der fraglichen Hinsicht kann deshalb nur darin bestehen, daß diejenigen Elemente, aus denen sich das Wahrnehmungsbild in den einzelnen aufeinander folgenden Expositionen zusammensetzt, ihrer objektiven Entstehung nach von Moment zu Moment verschieden sind. Daraus folgt, daß die »Verschmelzungsphänomene« bei rotierenden Scheiben keine Täuschungen dieser Art sind. Denn hier ist das konstante Wahrnehmungsbild seiner objektiven Entstehung nach durchaus nicht verschieden, sondern fortgesetzt dasselbe, nämlich immer durch die Summierung der physiologischen Wirkung aller Sektoren zugleich hervorgerufen; die Eigenart der Erscheinung liegt vielmehr darin, daß das, was physikalisch genommen sukzediert, für unser unmittelbares Bewußtsein den Charakter des Simultanen erhält.

Aus demselben Grunde gehört auch jene Täuschung nicht hierher, die durch das sogenannte Thaumatrop [1]) erzeugt wird. Jedermann kennt das auch jetzt noch beliebte Spielzeug. Eine kreisrunde Pappscheibe rotiert um einen Durchmesser; auf ihren beiden Seiten befindet sich je eine Zeichnung: Bilder, die sich gegenseitig ergänzen, Roß und Reiter, Vogel und Käfig und dergl. Ist die räumliche Anordnung die richtige, so sieht man bei rascher Rotation statt zweier Bilder ein einziges. Auch hier also wird Sukzessives simultan, und nur die relative zeitliche Unabhängigkeit des physiologischen Reizes vom physikalischen kann diesen Widerspruch verständlich machen. Von einer Identitätstäuschung ist nicht die Rede: sie würde ja gerade verlangen, daß eine zeitliche Differenz der einzelnen Expositionen subjektiv bestehen bleibt; und auch die andere Voraussetzung ist nicht erfüllt: das Aussehen der beiden Objekte ist ganz und gar ungleichartig.

---

[1]) Es ist von dem sonst unbekannten Paris erfunden: Edinb. Journal, Vol. IV, S. 87 u. Poggendorffs Ann. Bd. X, S. 480 u. Bd. XX, S. 304 ff.

Dagegen gilt allgemein, daß jene Täuschungen, die man gewohnt ist, mit dem Kinematographen und ähnlichen Apparaten in Zusammenhang zu bringen, an die man in erster Linie zu denken pflegt, wenn von stroboskopischen Erscheinungen die Rede ist, durchweg Identifikationstäuschungen genannt werden müssen, im Sinne unserer — allerdings noch ergänzungsbedürftigen — Definition.

Damit ist zugleich der Begriff der stroboskopischen Täuschung fester umgrenzt als in der bisherigen Literatur; denn es geht keinesfalls an, ihn lediglich kinetoskopisch zu fassen, also im Sinne der künstlichen Nachahmung einer Bewegung: darin läge eine Einengung, die der üblich gewordene Sprachgebrauch ebensosehr verbieten würde, wie die historische Entwicklung. Denen aber, die in den fraglichen Täuschungen durchaus Verschmelzungsprozesse erblicken wollen, müßte eine bestimmte Definition am ersten Bedürfnis sein. Trotzdem findet sie sich nirgends. Man sucht vergebens nach der Angabe einer differentia specifica, nach dem Hinweise auf die Eigentümlichkeiten, durch die sich dieses eine vor den übrigen Verschmelzungs- und Mischungsphänomenen auszeichnet. Oder meint man, die Erscheinungen des Farbenkreisels seien bereits stroboskopischer Natur? Bisweilen scheint es wirklich so, besonders, wenn sich das vorhin erwähnte Thaumatrop hie und da den stroboskopischen Erscheinungen angereiht findet[1]). Aber die Tatsache, daß die Verbreitung und Beliebtheit dieses Spielzeugs zur Erfindung eines anderen, noch eigenartigeren, eben des ersten wirklichen Stroboskops, den äußeren Anlaß gegeben hat, darf nicht verführen, so ganz Heterogenes zu vermengen, und wenn Bunge vom Stroboskop oder Thaumatrop redet[2]), so ist das wohl nur eine Unkenntnis der üblichen Bezeichnungen.

II. Die Speichenverdoppelung. Stroboskopische Täuschungen ohne Nachbilder.

Wenige Jahre nach der Rogetschen wurde (1829) wieder eine Täuschung bekannt, die genau wie diese zwar eine Verschmelzungserscheinung ist, zugleich aber und vor allem eine stroboskopische

[1]) So bei Marbe, Die stroboskopischen Erscheinungen, Philos. Stud. Bd. XIV, S. 378 u. 380.

[2]) Bunge, Lehrbuch der Physiologie d. M. Bd. I, S. 117.

Täuschung in unserem Sinne. Plateau[1]) und Faraday[2]) haben sie unabhängig von einander beschrieben. Zwei Räder mit gleich viel Speichen sind auf dieselbe Achse aufgereiht. Werden sie in schnelle gegengleiche Rotation versetzt, so sieht man statt der beiden ein einziges Rad, das wieder vollkommen ruht; außerdem zeigt es die doppelte Anzahl der Speichen eines jeden der wirklichen Räder[3]).

Zur Veranschaulichung diene dies: wir ersetzen die Räder wieder durch Speichen, d. h. durch zwei Stäbe, die hintereinander um eine gemeinsame Achse rotieren können. Doch soll der vordere zunächst feststehen: er sei, ebenso wie der Hintergrund von schwarzer Farbe. Der andere dagegen sei weiß. Er rotiert also zwischen zwei schwarzen Objekten, und bei genügend rascher Drehung wird nichts von ihm zu sehen sein, er wird lediglich dazu dienen, die Farbe des Hintergrundes ein wenig ins Graue zu verschieben. Nur die Stelle bleibt schwarz, an der das rotierende Weiß durch die feststehende Speiche verdeckt wird. Ganz ähnliches aber gilt, wenn beide Speichen rotieren. Immer wird an der Begegnungsstelle das Weiß für einen Moment unserem Anblick entzogen, die Verschmelzung also aufgehoben. Dabei entspricht der Bezirk dieser Aufhebung genau der Gestalt einer Speiche. Es folgt also: soviel Begegnungsstellen, soviel scheinbare Speichen. In unserem Falle nun sind zwei solche Stellen vorhanden: denn es müssen sich — ganz allgemein gesprochen — zwei Punkte, die auf einer gegebenen Bahn mit gleichförmiger Geschwindigkeit gegeneinander bewegt werden, genau in der Mitte dieser Bahn begegnen. Was aber von den Punkten gilt, wird offenbar auch von unseren Speichen zu gelten haben: nehmen wir an, sie wären sich eben begegnet, so ist die Begegnungsstelle Anfang und Ende der Bahn, die Bahn selbst aber der ganze Kreis, und daraus ergibt sich nach unseren Voraussetzungen, daß eine neue Begegnungsstelle entstehen muß, sobald jede der Speichen gerade einen Halbkreis zurückgelegt hat: also sind insgesamt zwei (voneinander gleichweit entfernte)

[1]) Plateau, Dissertation sur quelques propriétés des impressions, produites par la lumière etc. Liège 1829, desgl. Poggendorffs Ann. Bd. XX, S. 304 ff.

[2]) Journ. of the Royal Inst. Bd. I, S. 205 ff. Weitere Angaben finden sich bei Marbe a. a. O. S. 377, Anm. 2.

[3]) Ähnliche Erscheinungen erhielt Marbe auf einem etwas anderen Wege, vgl. Marbe, a. a. O. S. 378, Anm. 1.

Begegnungsstellen vorhanden, und — die Verdoppelung der Speichenzahl begreift sich ohne weiteres.

Auch wenn beide Speichen weiß gefärbt sind, wird — wiewohl weniger deutlich — die Erscheinung eintreten: jetzt sind es statt eines Streifens deren zwei, die den schwarzen Grund entfärben, und nach dem Talbotschen Verschmelzungsgesetz ist die Wirkung verdoppelt. Nur an den Begegnungsstellen fehlt die Verdoppelung: die Aufhellung ist weniger stark, man sieht also wieder eine scheinbare Verdunkelung. Schließlich wird der Versuch mehr oder minder immer gelingen, wenn nur überhaupt zwischen Hintergrund und Speichen irgend eine Helligkeits- oder Farbendifferenz vorhanden ist. Bis hierher könnte man in der Erklärung noch mit der Verschmelzungstheorie auszukommen hoffen. Nun wird jedoch statt der bloßen Speichen ein ganzes unbewegtes Rad gesehen, und das ist wieder nur dadurch möglich, daß — genau wie beim Kurvenphänomen — immer und immer andere Speichen für dieselben gehalten werden, der tatsächliche Wechsel also verborgen bleibt.

Aber dieses Prinzip kommt eben doch auch schon bei der Rotation zweier Speichen in Betracht. Zwar wird hier das ruhende Gebilde von Gegenständen erzeugt, die auch objektiv immer dieselben sind, aber diese Identität ist gleichsam zufällig und keinesfalls die Ursache der subjektiv wahrgenommenen. In Wahrheit sind die Speichen ja in Bewegung: ein Wechsel also besteht auch hier, und die Erscheinung ist etwa jener zu vergleichen, die wir haben, wenn wir auf kurze Zeit die Augen schließen, und ein Gegenstand unterdessen rasch weggenommen, aber sofort darauf wieder an die Stelle gesetzt wird, wo wir ihn vorher sahen. Auch hier ist es allein die Gleichartigkeit des Wahrnehmungsbildes, die über den tatsächlichen Wechsel hinwegtäuscht: denn wir zweifeln nicht im mindesten, daß der Gegenstand derselbe, d. h. auch in derselben Lage, geblieben ist. Übrigens braucht die Gleichheit der Lage keine vollkommene zu sein: bloße Nachbarschaft genügt und zwar auch im Falle unserer Speichen. Ja, die Eigenart der Täuschung wird dadurch gesteigert: denn nun erscheint das subjektive Rad nicht mehr ruhend, sondern bewegt, aber in einer Weise und mit einer Geschwindigkeit, die mit der objektiven Bewegung gar nichts zu tun hat: es handelt sich also um eine stroboskopische Bewegungserscheinung.

Das Phänomen tritt ein, wenn das Verhältnis in der Geschwindigkeit der beiden Räder kein ganz konstantes ist, wie man unschwer erkennt und es Faraday selbst schon hervorhebt. Auch die Rogetsche Täuschung läßt sich in ganz ähnlicher Weise modifizieren.

Die Änderungen, die sich ergeben, wenn die Achsen der beiden Räder nicht mehr dieselbe Lage haben, sind gleichfalls ganz genau bekannt, haben aber nur geometrisches Interesse[1]). Desto größere Wichtigkeit aber hat dieses: von Faradays Aufsatz findet sich ein Referat Poggendorffs in dessen Annalen[2]). In einer Fußnote dazu heißt es folgendermaßen: »Eine ähnliche und ebenso auffallende Gesichtstäuschung läßt sich übrigens auch mit Schrauben hervorbringen. Versetzt man nämlich eine Schraube in schnelle Rotation, so glaubt man die Schraubengänge längs der Achse fortwandern zu sehen, vor- oder rückwärts, je nachdem die Rotation gleiche oder entgegengesetzte Richtung mit dem Gewinde hat.«

Nun war im Texte, wie auch sonst überall, ausschließlich von Nachbildwirkungen die Rede. Wo aber finden sich Nachbilder bei der Schraubentäuschung? Ich denke, unbefangene Beobachtung wird nichts von ihnen entdecken. Und doch spricht Poggendorff von einer Ähnlichkeit mit jener Rädertäuschung, die ja dem Wahrnehmungsbilde nach ganz disparat ist. Was ist nun das tertium comparationis? Es fehlt jede Angabe darüber — aber die Ähnlichkeit besteht trotzdem, und Poggendorff gibt mit der Zusammenstellung beider Erscheinungen ein beachtenswertes Beispiel der Wirkung des Gefühlsmäßigen im wissenschaftlichen Denken und zugleich den Beweis, daß er das Wesen der Täuschungen besser verstanden hat als die Mehrzahl seiner Vorgänger und Nachfolger. Denn das gemeinsame Element, zu dessen Heraushebung er den ersten Schritt getan hat, ist eben kein anderes, als das uns wohl bekannte: auch diese Schraubentäuschung ist eine Identifikationstäuschung, eine stroboskopische Täuschung in unserem Sinne.

Das Prinzipielle an ihr zeigt ein sehr einfacher Versuch. Wir

---

[1]) Ebenso ist natürlich die Täuschung nicht bloß speziell an die Radform geknüpft. Bei dem bekannten Modell für die Erdabplattung ist sie sogar besonders deutlich zu beobachten (vgl. Emsmann, Pogg. Ann. Bd. 54, S. 326) und so überall, wo ähnliche geometrische Bedingungen auftreten.

[2]) Pogg. Ann. Bd. XXII, S. 601.

zeichnen einen dicken, dunklen Streifen quer auf ein Blatt Papier. Darüber decken wir eine Pappscheibe, in die ein schmaler Spalt eingeschnitten ist. Der Spalt schneidet dann aus dem Querstreifen ein kleines Stück heraus. Das Ganze stehe vertikal vor uns und die Richtung des Streifens weiche nicht allzusehr, aber doch deutlich von der Horizontalen ab. Nun werde das Blatt senkrecht zur Spaltrichtung, also horizontal, hin- und herbewegt. Es entsteht ganz zwingend der Eindruck, daß das abgeschnittene Stück sich innerhalb des Spaltes auf- und niederbewegt. Das heißt aber nur: wir halten die Einheit, die wir innerhalb des Spaltes vorfinden, lediglich auf Grund der Gleichartigkeit des Wahrnehmungsbildes, das sie uns bietet, in jedem Moment für dieselbe, während in Wahrheit immer und immer andere Teilstücke an unserem Auge vorbeiziehen. Mit anderen Worten: die Erscheinung ist eine stroboskopische Täuschung, unserer Definition völlig entsprechend. Und da die gleichartigen Einheiten sich wiederum nicht an denselben, sondern an unmittelbar benachbarten Stellen befinden, so folgt auch hier, daß eine Bewegung gesehen werden muß: eben jenes scheinbare Auf- und Abschwingen[1]).

Neu ist nur das gänzliche Fehlen der Nachbilder, es erklärt sich aber ohne Schwierigkeit. Wir kennen ja den alleinigen Zweck dieser Bilder: sie verbergen den Wechsel der Objekte oder helfen doch zum mindesten dabei. Die Entfernung des ersten Gegenstandes, seine Ersetzung durch einen neuen wird in den meisten Fällen einen Eingriff von außen erfordern, der auf irgend eine Weise verwischt werden muß, wenn nicht ein Ruck, eine Unterbrechung oder sonst eine störende Nebenerscheinung wahrgenommen werden soll. Und dazu dienen die Nachbilder. Bei unserer Täuschung aber fehlt solch ein Eingriff von außen, die Aufeinanderfolge der einzelnen Expositionen geschieht überhaupt nicht intermittierend wie bisher, nicht plötzlich, nicht ruckweise, sondern allmählich, kontinuierlich, in vollkommen gleichmäßiger Stetigkeit. Also ist es auch überflüssig, künstlich Stetigkeit zu erzeugen: Nachbilder sind ganz unnötig.

Freilich: von der objektiven Bewegung dürfen wir unter keinen Umständen etwas bemerken: es könnte ja sonst von keiner Täuschung

---

[1]) Ob hierfür eventuell noch andere Tatsachen in Frage gezogen werden müssen, kann hier zunächst unerörtert bleiben: vgl. die folgenden Abschnitte, besonders XVII und XVIII.

die Rede sein. Die wirkliche Bewegung des ausgeschnittenen Streifenstückes muß also verborgen bleiben. Es fragt sich nur, wodurch dieses Verborgenbleiben möglich wird. Am nächsten liegt wohl folgende Antwort. Wir können Bewegungen sehen lediglich auf Grund eines äußeren Merkzeichens. Fehlt ein solches, so besteht die Bewegung subjektiv überhaupt nicht: eine in jeder Hinsicht homogene, kreisrunde Scheibe scheint unbewegt, auch wenn sie rotiert, und ganz allgemein gilt der Satz, daß bei allen Verschiebungen eines homogenen Gegenstandes bloß die Bewegungen seiner Begrenzungslinien gesehen werden können: solche Bewegungen sind aber in unserem Falle allein die vertikal gerichteten. Damit ist sogar mehr geleistet, als für unsere Täuschung unbedingt erforderlich ist. Soweit die vertikale Richtung außer Frage bleibt, verschwindet die objektive Bewegung ganz und gar; nötig war am Ende nur, sie in eine andere, minder auffällige umzusetzen. Und auch in dieser Form kommt die Täuschung vor; ja sie ist dann sogar am bekanntesten: ich meine das scheinbare Auf- und Abschwingen der Telegraphendrähte, das man bei einer Eisenbahnfahrt beobachtet. Denn diese Drähte zeigen außer der vertikalen noch eine seitliche Bewegung, die aber keineswegs der tatsächlichen (natürlich relativen) entspricht, sondern in die Längsrichtung der Drähte selbst verlegt wird. Man bemerkt das am deutlichsten, sobald man jene Stellen beobachtet, an denen zwei Drahtenden mit einander verlötet sind: benutzt man die als Markierstellen, so sieht man sie deutlich vorbeieilen, ohne daß die Schwingbewegung eine Störung erfährt. Offenbar ist die eingetretene Minderung der Homogenität nicht intensiv genug, um den unmittelbaren Eindruck der Identität des durch das Wagenfenster isolierten Drähtekomplexes in seinen verschiedenen Lagen aufzuheben oder auch nur zu beschränken. Die Bewegung scheint sich auf oder an den Drähten zu vollziehen, während sie selber nur Schwingungen ausführen: die Form des Drähtekomplexes, wie sie das Wagenfenster oder der Spaltausschnitt zeigt, repräsentiert uns trotz wahrgenommenen Wechsels der einzelnen Teile die Einheit des Gegenstandes, wie dies eben auch sonst — man denke an einen Fluß oder ein Wehr — der Fall ist. Daher muß auch umgekehrt mit einer deutlichen Änderung der Form die Täuschung sofort aufgehoben sein. Die jähen Unterbrechungen, die das Schwingen der Drähte immer dann erfährt, wenn

eine Telegraphenstange ins Gesichtsfeld tritt, erklären sich eben aus diesem Umstande[1]).

Der Versuch mit Spalt und Streifen ist nun noch weiter modifizierbar. Der Spalt wird schließlich ganz entbehrlich. Es ist offenbar gleichgültig, ob wir wie bisher den Streifen mit der Hand hinter dem Spalte vorüberziehen oder ihn bei sonst unveränderter Richtung auf einen Zylinder aufrollen und diesen dann um seine (dem Spalt parallele) Achse rotieren lassen. So erhalten wir die Schraubentäuschung Poggendorffs in ihrer einfachsten Form: der Spalt ist überflüssig, denn die Isolierung eines Streifenstückes wird durch den Zylinder viel besser erreicht, indem er uns stets nur die eine Seite der Windung zu Gesicht bringt.

Auch hier kombinieren sich zwei Bewegungen, und Poggendorff beschreibt demnach die Erscheinung nicht vollständig genug: wir sehen mehr als eine bloße Wanderung der Schraubengänge in der Richtung der Achse, sie bewegen sich auch noch in ihrer eigenen Richtung, ganz wie die Telegraphendrähte. Man überzeugt sich davon, wenn man auf ein zylindrisches Holzstück — einen Bleistift etwa — Streifenwindungen klebt, die mit verschiedenfarbigen Flecken versehen sind: hier zeigt sich die Doppelbewegung so deutlich wie möglich.

Durch Verlangsamung der Zylinderbewegung wird die Täuschung nur wenig vermindert, und erst bei völligem Stillstande verschwindet sie ganz.

Ganz ähnlich wie auf einen Zylinder kann man solche Windungen auch auf eine Kreisfläche übertragen. Es entsteht dann die »Plateausche Spirale[2])«, die sich in radialer Richtung zu bewegen scheint, sobald sie in ihrer Ebene um den Ausgangspunkt gedreht wird. Die in der Natur sichtbaren Wellenbewegungen gehören ebenfalls hierher: auch bei ihnen ist es die Form, die den Gegenstand repräsentiert und

---

[1]) Ganz anderer Meinung ist O. Fischer (Psychol. Analyse der strob. Ersch., Philos. Stud. Bd. III, S. 151). Er erklärt diese Tatsache aus unserer Unfähigkeit, unstetige Bewegungen überhaupt gehörig aufzufassen. Nur stetigen Bewegungen sei unser Auffassungsvermögen angepaßt, denn nur solche könnten wir in der Natur beobachten. Sind aber nicht gerade die unstetigen Bewegungen in der Natur die Regel? Die uns geläufigste Bewegung wenigstens, unsere Gehbewegung, ist doch gewiß unstetig. Vgl. auch S. 540.

[2]) Plateau, Poggend. Ann. Bd. 80, S. 287.

uns wieder veranlaßt, das ständig wechselnde zu identifizieren. Denn das ist die einzige Möglichkeit, den Schein des Fortschreitens der Welle zu erklären: auch er ist also ein stroboskopisches Phänomen.

Endlich sei hier noch eine sehr merkwürdige Täuschung angeschlossen, die Otto Fischer[1]) zuerst erwähnt, und die man auf Spaziergängen überall leicht beobachten kann: man wird wohl einmal an einem Garten vorüberkommen, der ringsum von einem gleichmäßigen Staketenzaun oder sonst einem Gitter umgeben ist. Blickt man dann im Vorüberschreiten durch die eine Staketenwand auf die gegenüberliegende, so sieht man zwischen ihnen breite, schattenartige Gebilde auftreten, von der Größe und Form mindestens zweier nebeneinander gelegter Staketenstäbe; sie bewegen sich fort und zwar mit einer Geschwindigkeit, »welche die, mit der sich die beiden Zäune scheinbar an einander verschieben, weit übertrifft. Sehr häufig kommt es vor, daß diese Schatten sich während der Bewegung schief und schiefer stellen und zugleich breiter werden, bis sie sich endlich horizontal legen und sich an einer Stelle des Zaunes gleichsam in den Erdboden hineinschieben. Nach einer solchen Stelle kommen auch von der anderen Seite in entgegengesetzer Richtung eben solche Schatten hingelaufen, um ebenfalls im Erdboden scheinbar zu verschwinden«.

Im kleinen läßt sich diese Täuschung nachahmen, wenn zwei Kämme oder aus Pappe geschnittene Gitter hintereinander in ihrer Längsrichtung verschoben werden; zugleich findet man hier sehr leicht die Erklärung: jene »Schatten« sind nämlich nichts als zwei unmittelbar benachbarte Stäbe, die — weil der Zwischenraum zwischen ihnen verborgen bleibt — zu einer Einheit verschmelzen. Ruht nun das hintere Gitter und verfolgen wir einen Stab des vorderen während seines Herübergleitens, so sieht man ihn mit den einzelnen Stäben des ruhenden nacheinander in solche unmittelbare Nachbarschaft geraten: es entstehen also immer neue scheinbare Einheiten, die dann wieder auf Grund ihres gleichartigen Aussehens identifiziert werden.

Dabei tut es der Täuschung durchaus keinen Abbruch, daß der Schatten während eines Momentes »seiner« Bewegung gar nicht vor-

[1]) O. Fischer, a. a. O. S. 154 ff.

handen ist, dann nämlich, wenn der vordere Stab sich nicht seitlich vom ruhenden befindet, sondern ihn gerade verdeckt. Mithin besteht das Sonderbare, daß wir eine Bewegung nicht bloß bemerken, sondern sehen, ohne dabei den bewegten Gegenstand fortgesetzt vor Augen zu haben, und weiterhin, daß unter Umständen eine wirkliche Unterbrechung, eine objektive Störung des identisch-einheitlichen Eindruckes eintreten kann, und es dennoch nicht nötig ist, sie durch Nachbildwirkungen zu verwischen — was im Interesse späterer Betrachtungen hier schon (übrigens im Anschluß an Fischer[1]) hervorgehoben sei.

Jedenfalls ist der stroboskopische Charakter der ganzen Täuschung unzweifelhaft. Auch das hat Fischer schon selber erkannt, so daß von ihm dasselbe gilt, was vorhin von Poggendorff gesagt wurde, nur sind seine Bemerkungen viel deutlicher: vor allem erklärt er das Phänomen; in seiner Erklärung aber, die völlig mit der hier gegebenen übereinstimmt, ist mit keinem Worte von Nachbildwirkungen die Rede, und gleichwohl findet sich der Satz, daß die Erscheinung im Grunde »dieselbe« ist wie jene, die wir am Stroboskop wahrnehmen[2]); speziell der Eindruck des Fortschreitens kommt »ganz auf dieselbe Weise« zustande, »wie bei den Bewegungserscheinungen, die man mit Hilfe der stroboskopischen Scheiben hervorruft«[3]). Damit ist die Nachbildtheorie als Erklärungsprinzip der fraglichen Erscheinungen eigentlich aufgehoben, und man wundert sich einigermaßen, daß der Autor trotzdem auf ihrem Boden stehen geblieben ist.

Zu dem Zaunphänomen selber sei noch folgendes bemerkt. Die Täuschung wird — wenigstens so weit sie in der freien Natur vorkommt — noch dadurch sehr wesentlich unterstützt, daß wir stets nur eines der beiden Gitter fixieren können: Die Stäbe des anderen erscheinen deshalb in Zerstreuungskreisen, mit verschwommenen Konturen. Solche Verschwommenheit erleichtert aber den Übergang des einen Gegenstandes in den anderen und muß mithin die Entstehung der neuen Einheiten — also der »Schatten« — begünstigen.

[1]) a. a. O. S. 155 unten.
[2]) a. a. O. S. 154.
[3]) a. a. O. S. 156.

Da es endlich bloß auf die relativen Verschiebungen der Stäbe ankommt, so erklärt sich das Vorkommen des Phänomens bei ruhenden Gittern. Die Mannigfaltigkeit in der Bewegung der Schatten und auch ihre eigene Größe und Lage ist abhängig von dem Wechsel der Entfernung und Bewegungsrichtung des Beobachters, reduziert sich also letzten Endes auf Lagebeziehungen der beiden Gitter zu einander und ist mit mithin rein formaler Natur.

In modifizierter Gestalt ist die Täuschung sehr verbreitet[1]). Die Gitter können auch netzförmig sein: dann entstehen allerlei gekrümmte Figuren, die sich ebenfalls bei jeder Bewegung des Beobachters sehr auffallend verschieben: die moiréartigen Gebilde, die ein Fliegenfenster mit seinem eigenen Schatten erzeugt, sind wohl jedermann bekannt. Ganz ähnliche Figuren sind auch sonst vielfach zu finden: ihre scheinbaren Bewegungen sind denen des Zaunphänomens ganz analog.

III. Das eigentliche Stroboskop und der Kinematograph.

Im Jahre 1832 wurde die stroboskopische Scheibe erfunden. Und zwar gerieten zwei Forscher, Plateau in Brüssel und einen Monat später Stampfer in Wien, unabhängig von einander auf ganz denselben Gedanken[2]).

Der Apparat ist sehr einfach: man kann ihn leicht herstellen, wenn man in eine kreisrunde Pappscheibe in geringem Abstand von der Peripherie eine Reihe schmaler Spalte einschneidet, die in der Richtung der Radien verlaufen. Diese Scheibe läßt man mit großer Geschwindigkeit rotieren und blickt durch ihre Spalte in einen Spiegel; dann erscheint statt eines genauen Spiegelbildes eine ruhende Scheibe: die Spalten verharren an ihrer Stelle.

Nun zeichnen wir dicht unter die einzelnen Spalten je eine Phase eines bewegten Gegenstandes.

Blicken wir jetzt in den Spiegel und zwar auf dieselbe Weise wie vorher, so zeigt sich nunmehr unter den ruhenden Spalten ein

[1]) Stern (a. a. O. S. 330 § 20 *d*) erwähnt folgendes: »wenn man bei einer Eisenbahnfahrt zwei windschiefe Telegraphendrähte betrachtet«, so scheint »der scheinbare Durchschnittspunkt gleich einem mit sich selbst identisch bleibenden Objekte pfeilschnell dahinzufliegen«. Das ist nichts als die hier besprochene Täuschung in besonders einfacher Form.

[2]) Vgl. hierüber Marbe, a. a. O. S. 378.

bewegter Gegenstand; nur ist seine Bewegung von der objektiven ganz unabhängig. Es scheint also, daß der Apparat zweier ganz und gar gegensätzlicher Leistungen fähig ist: er ruft Bewegungen ins Dasein, die vordem nicht vorhanden waren, Bewegungen aber, die objektiv gegeben sind, vernichtet er.

Im Prinzip war nunmehr eigentlich der moderne Kinematograph erfunden. Nur praktische Gründe veranlaßten noch wichtige Neuerungen, die an die Namen Horner, Anschütz und Edison geknüpft sind.

Horner[1]) machte die Anwendung des Spiegels überflüssig, indem er dem Apparate die bekannte zylindrische Gestalt gab: er wurde dadurch zum Erfinder des »Lebensrades« oder »Dädaleums«. Die Spalte, durch die beobachtet wird, bewegen sich hier in entgegengesetzter Richtung wie die gesehenen Bilder, was, wie wir noch erkennen werden, von einigem Vorteil ist — obzwar aus einem ganz anderen Grunde, als bisher angenommen wurde. Der Photograph Ottomar Anschütz in Lissa stellte die Momentphotographie in den Dienst des Apparates. Die Phasenbilder, die er benutzte, waren also die denkbar getreuesten Kopien einer natürlichen Bewegung. Zur stroboskopischen Exposition diente ihm entweder ein nur unwesentlich modifiziertes Dädaleum oder eine Vorrichtung, die es erlaubte, das Licht rasch sukzedierender elektrischer Funken als Beleuchtungsquelle zu benutzen: das Zweckmäßige dieser Methode wird aus späteren Erörterungen klar werden. — Beide Apparate sind dann unter dem Namen »Schnellseher« in den Handel gekommen. Die prinzipiell wichtigste Neuerung aber rührt von Edison her. Die Stampfersche Scheibe vermag, wie wir gesehen haben, objektive Bewegungen aufzuheben, und ganz dasselbe gilt natürlich auch vom Dädaleum. Edisons Apparate dagegen sind dazu nicht mehr imstande, sie dienen lediglich zur Herstellung subjektiver Bewegungseindrücke. Diesem einen Zwecke aber sind sie aufs vorzüglichste angepaßt.

---

[1]) Pogg. Ann. Bd. XXXII, S. 650 ff. Die hier gegebene mathematische Deduktion der Wirkungsweise des Apparates ist empirisch unzulänglich: sie versagt an einigen für die Beurteilung späterer Versuche sehr wichtigen Punkten. Vgl. Abschn. VII, S. 433.



Der Kinematograph ist zunächst ein Projektionsapparat. Zwischen Beleuchtungslinse und Objektiv aber befindet sich — natürlich anfänglich aufgerollt — ein über 10 Meter langer Zelluloidstreifen, der aus einer zusammenhängenden Reihe von Phasenbildern besteht. Er wird indessen nicht einfach vorübergezogen, sondern steht jedesmal, wenn er sich gerade unmittelbar hinter dem Objektiv befindet, für einen Moment vollkommen still; erst nach der Exposition erfolgt die Weiterbewegung. Zugleich mit ihr tritt ein dunkler Schirm vor den Streifen, der den Vorgang der Auswechslung zu verdecken hat; unterdessen ist aber ein neues Bild in die Ruhelage gelangt, und das Spiel kann sich wiederholen.

Die Hauptsache ist, daß die Phasenbilder in objektiver Ruhe exponiert werden und nicht bewegt, wie bei den übrigen Apparaten[1]). Der Schaltmechanismus, der hierzu erforderlich ist, hat verschiedenartige Konstruktion, eine der einfachsten ist diese: Der Zelluloidstreifen ist am Rande mit Löchern versehen, er gleitet vertikal herab und läuft unten über eine Rolle oder vielmehr Welle, in der sich kleine Zahnräder befinden, die in jene Löcher eingreifen. Dadurch ist der Streifen in seiner Bewegung von der der Welle gerade so abhängig, wie ein Treibriemen von seinem Rade, nur noch viel genauer: jede Geschwindigkeitsänderung der Welle muß sich augenblicklich auf den Streifen übertragen. Es kommt nur darauf an, die Welle selber ruckweise rotieren zu lassen. Zu diesem Zwecke befindet sich seitlich auf der Wellenachse eine Art Zahnrad aufgesteckt, dessen Gestalt an einen fünfstrahligen Stern erinnert: die Strahlen verbreitern sich nach außen zu und sind an der Peripherie eingebuchtet, zeigen also dort eine konkave Randlinie. Über dem Sternrade rotiert schnell, aber gleichmäßig eine Scheibe, deren Fläche zu einem Teile die Form eines Halbkreises zeigt: die Krümmung dieses Halbkreises paßt gerade in die genannte Einbuchtung

---

[1]) So sonderbar es klingt, es ist dennoch wahr: diese gerade psychologisch so eminent wichtige Tatsache ist in der ganzen bisherigen psychologischen Literatur ignoriert worden, so daß Marbe allen Ernstes noch heute glaubt, der Stillstand der einzelnen Phasen sei gar keine Bedingung des stroboskopischen Sehens! Trotzdem »bespricht« dieser Autor in s. Abhandlung (Philos. Stud. Bd. XIV, S. 381) den Kinematographen: er scheint also der Meinung zu sein, er kenne dessen Einrichtung. Vgl. meine Bemerkungen zur Dürrschen Kritik meines Würzburger Vortrages im Archiv für d. ges. Ps. Bd. IX, S. 468 ff.

hinein, berührt sie aber nur so oberflächlich, daß sich an dieser Stelle keine Bewegung auf das Zahnrad übertragen kann. Solange also der Halbkreis vorübereilt, muß das Zahnrad und damit auch der Streifen still stehen. Nun bildet aber die rotierende Scheibe auf der anderen Seite — also dem Halbkreis gegenüber — einen Zahn oder eine Zacke, die in den freien Raum zwischen den Strahlen des Sternrades eingreift und es auf diese Weise weiter schiebt. Man sieht, daß Bewegung und Ruhepausen in derselben gleichmäßigen Weise abwechseln müssen, wie es erforderlich ist.

Das Kinematoskop, dessen Erfindung der des Kinematographen voranging, unterscheidet sich im Grunde nur durch das Fehlen der Projektionsvorrichtung von dem jüngeren Apparate.

Der äußerlich auffälligste, wenn auch gewiß nicht wichtigste Vorzug der Edisonschen Methode der Phasenexposition besteht nun in ihrer Fähigkeit, nichtperiodische Bewegungen darzustellen. Die zyklische Gestalt der älteren Apparate verlangt ja offenbar, daß die erste und die letzte Phase des dargestellten Vorgangs zusammenfallen, schließt also gerade die wichtigsten und verbreitetsten Bewegungen des wirklichen Lebens aus.

Es ist begreiflich, daß die Edisonschen Apparate allerlei Nachahmungen fanden: eine davon sei wegen ihrer überraschenden Einfachheit hier erwähnt: das kinetoskopische Buch[1]). Die Blätter eines kleinen aber starken Buches sind einseitig mit je einem Phasenbilde bedruckt. Das Buch wird rasch durchblättert, jedoch ohne dabei vollständig geöffnet zu werden: man streift an der Seite entlang, um schnell ein Blatt nach dem anderen herabfallen zu lassen. Dann wird jedes Bild nur in dem Moment gesehen, in dem es gerade unten angelangt ist: zugleich ist es dort in der Ruhelage und an derselben Stelle wie alle vorangehenden und folgenden: die Bedingungen zum Eintritt der Täuschung sind also erfüllt.

IV. Ältere Theorien und Versuche.

Von den vielfachen wissenschaftlichen Anwendungen der stroboskopischen Apparate[2]) braucht hier nicht die Rede zu sein: um so

[1]) Eine ähnliche Konstruktion zeigen im Prinzip die sogenannten Mutoskope.

[2]) Vgl. Fischer, a. a. O. S. 153 f. und Marbe, a. a. O. S. 381 ff.

mehr aber von den Theorien der Täuschung als solcher. Die erste von ihnen ist diejenige Stampfers selbst. Der Erfinder suchte seinen Apparat dadurch über das Niveau eines bloßen Spielzeugs zu erheben, daß er die im Handel befindlichen Scheiben mit einer wissenschaftlichen Beschreibung[1]) versah. Sie nahm Poggendorff[2]) zu seinem Ausgangspunkte, als er bald darauf in den Annalen über die neue Erfindung berichtete; doch versah er sie noch mit einer Reihe selbständiger Bemerkungen. Alles in allem ist diese Stampfer-Poggendorffsche Theorie sehr gründlich, und mancher Irrtum der späteren Literatur hätte vermieden werden können, wenn sie immer nach Gebühr berücksichtigt wäre. Der wichtigste Satz ist folgender: »Es ist klar, daß wir glauben werden, immer den nämlichen Gegenstand und zwar ruhend zu sehen, wenn auch derselbe durch einen anderen ihm völlig gleichen und genau an seine Stelle gebrachten ersetzt wird. Das wird durch die stroboskopischen Scheiben verwirklicht«.

Man sieht: hier sind zwei sehr wesentliche Momente hervorgehoben. Erstens, daß die scheinbare Aufhebung der objektiven Bewegung für die Wirkungsweise des Apparates ausschlaggebend ist (wir glauben den Gegenstand ruhend zu sehen). Zweitens, daß die Erscheinung eine Identifikationstäuschung ist (wir sehen gleichartige Gegenstände an derselben Stelle nacheinander).

Freilich darf man nicht denken, diese Faktoren seien schon ihrer prinzipiellen Bedeutung nach gewürdigt worden. Das ist durchaus nicht der Fall: die Nachbilder sind auch für Stampfer die Hauptsache, das eigentlich wesentliche, die conditio sine qua non der Erscheinung.

Ungenügend behandelt ist ferner die wichtige Frage nach dem Zustandekommen des subjektiven Bewegungsbildes. In gewissem Sinne ist das allerdings ein Vorzug: vielleicht hat Stampfer sich nur dadurch die Klarheit seiner Fragestellung bewahrt. Denn später wurde gerade das Interesse für dieses Bewegungsproblem so groß, daß man vergaß, daß doch auch und in erster Linie noch

---

[1]) Sie erschien später (1834) im XVIII. Bde. der Jahrbücher des polytechn. Institutes in Wien, S. 237 ff. und hat den Titel: »Die stroboskopischen Scheiben oder optischen Zauberscheiben, deren Theorie und wissenschaftliche Anwendung«.

[2]) Pogg. Ann. Bd. XXXII, S. 647.

andere Dinge zu erwägen waren. Und so ist denn bis heute die Frage nach der Entstehung des Bewegungseindrucks beständig mit der nach der Wirkungsweise der einzelnen stroboskopischen Apparate konfundiert worden. Zu welcher Höhe diese Konfusion steigen konnte, das zeigt am besten eine Abhandlung Strickers[1], die aus diesem Grunde erwähnt sei; zudem ist sie die historisch nächste der Arbeiten, die überhaupt die psychologische Seite des Problems berühren. Stricker traut den Spalten oder Fenstern des Stroboskops eine einigermaßen mystische Fähigkeit zu. Sie sollen imstande sein, Augenbewegungen auszulösen und zwar nicht etwa, wie man denken wird, Augenbewegungen in der Richtung der Spaltrotation selber, sondern in der der scheinbar bewegten Objekte: die dabei entstehenden Muskelempfindungen sollen im Verein mit der Sinneswahrnehmung schließlich den Bewegungseindruck hervorbringen. Stricker fragt, warum die Täuschung ausbleibt, wenn der Bildstreifen ohne Spalten rotiert, und ist voll Verwunderung darüber; aber ein gründliches Studium der Stampferschen Schrift hätte ihn von dieser Verwunderung leichter und sicherer befreit als die Erfindung seiner sonderbaren Theorie.

Fischer[2]) hat Strickers Anschauungen einer ernsthaften Widerlegung gewürdigt — heute würde dazu der bloße Hinweis auf den Kinematographen genügt haben.

Wir wenden uns nun zu Fischers Arbeit selber. Sie will — zum ersten Male bewußt — die psychologischen Faktoren der Täuschung ergründen. Zu diesem Zwecke sucht der Autor zunächst einfache und leicht variierbare Versuchsbedingungen herzustellen. Als einfachster Apparat galt ihm die Stampfersche Scheibe; doch hat auch sie den Nachteil, daß sich die Bewegung der Spalte, die zur Beobachtung dienen, nicht unabhängig von der Bildbewegung variieren läßt. Deshalb zerlegte Fischer den Stampferschen Apparat in zwei Scheiben. Die eine von ihnen entsprach der vorderen, der Beobachtungsseite der Vorrichtung, sie trug nur die Spalte, die andere, die das Spiegelbild der Stampferschen Scheibe zu ersetzen hatte, zeigte die Bilder. Beide Scheiben befanden sich hintereinander, so daß ihre Achsen eine gerade Linie bildeten; in ihrer Bewegung

[1]) Stricker, Studien über die Bewegungsvorstellungen. Wien 1882, S. 28 ff.

[2]) Fischer, a. a. O. S. 151 ff.

aber waren sie völlig unabhängig voneinander. Versuche ergaben nun, daß bei entgegengesetzter Rotationsrichtung die Deutlichkeit der Bilder weit größer war als bei gleicher: das sprach zugunsten des Dädaleums. Mit einem solchen hat Fischer deshalb seine weiteren Forschungen angestellt. Auch hier waren die Bedingungen sehr einfach: die vorgeführten Bilder waren Phasen eines einzigen auf- und abschwingenden Punktes.

Die erste Versuchsreihe hatte zum Ziele, dasjenige größte Zeitintervall in der Aufeinanderfolge der Phasenbilder zu bestimmen, bei dem der stroboskopische Effekt — also die Schwingbewegung — gerade anfängt. Man wird erwarten, daß diese »Zeitgrenze« zusammenfällt mit dem größten Intervall, bei dem die Täuschung überhaupt möglich ist. Das Experiment beweist das Gegenteil. Vergrößert man — vom vollkommen erreichten Effekt ausgehend — die konstanten Intervalle mehr und mehr, so zeigt sich stets, daß dasjenige, welches unmittelbar vor dem Verschwinden des Bewegungseindrucks liegt, einen größeren Wert hat, als die auf dem umgekehrten Wege bestimmte Zeitgrenze. Oder in Fischers Ausdrucksweise: wir haben zwischen einer oberen und einer unteren Zeitgrenze zu unterscheiden. Man sieht: es besteht die Tendenz, die einmal vollzogene Vorstellung festzuhalten, was einigermaßen für die psychologische Natur der Erscheinung spricht.

Zweitens: eine einfache Blendvorrichtung ermöglichte es, die Zahl der nebeneinander sichtbaren Punkte beliebig zu beschränken. Dabei ergab sich folgendes: je weniger Punkte zu sehen waren, um so leichter trat die Täuschung ein; das heißt also: das kritische Intervall oder die Zeitgrenze wurde entsprechend größer. Derselbe Erfolg wurde aber auch dann erreicht, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit gesteigert und dadurch zugleich die Dauer des Phaseneindrucks verkürzt wurde.

Wie ein größtes, so gibt es auch ein kleinstes kritisches Zeitintervall. Die Dauer der Intervalle wurde beständig verkürzt: schließlich trat ein Punkt ein, bei dem die Erscheinung wiederum gestört wurde. Jetzt war nämlich das Nachbild der vorangegangenen Phase noch während der Wirkung des neuen Eindrucks in voller Wahrnehmungsfrische sichtbar: statt eines Punktes erschienen also deren zwei. — Dies war das Ergebnis einer dritten Versuchsreihe.

Eine vierte solche Reihe suchte festzustellen, um wieviel die Distanz der gegebenen Punkte vergrößert werden konnte, ohne daß eine wesentliche Störung eintrat.

Endlich stellte Fischer auch noch Versuche über die Aufgabe der Spaltbewegung bei den stroboskopischen Erscheinungen an. Er kam zu dem eigenartigen Resultate, daß bei besonders günstigen Versuchsbedingungen ein einziger ruhender Spalt zur Erzeugung der Täuschung genüge.

Der Autor faßt seine Ergebnisse in folgenden Satz zusammen: »Um die Bewegung eines Gegenstandes künstlich nachzuahmen, ist notwendig und hinreichend, daß man in kurzer Aufeinanderfolge von verschiedenen, nahezu in gleichen, nicht zu großen Abständen liegenden Phasen der Bewegung desselben kurze Lichteindrücke bekommt, und daß das Auge in der Zwischenzeit durch keine anderen Lichtreize affiziert wird«.

Ohne die Fischerschen Untersuchungen zu kennen, hat später Grützner[1]) stroboskopische Versuche angestellt. Sie betrafen aber in der Hauptsache physiologische Probleme; nur ein Experiment wird von Grützner selbst ausdrücklich als psychologisches bezeichnet. Es handelte sich um die Bildphasen »bockspringender« Knaben. Wird hier die anscheinend wichtigste Phase, die den springenden Knaben gerade über dem anderen zeigt, mit weißem Papier überklebt, so tritt eine auffallend geringe Änderung ein: der Knabe springt auch jetzt noch. »Man schwört darauf, zu sehen — sagt Grützner — wie der eine über den andern hinüberfliegt. Man sieht ihn aufs deutlichste hinüberfliegen[2])«.

Eine weitere Untersuchung über die stroboskopischen Erscheinungen ist in einer Arbeit Marbes[3]) niedergelegt. Für ihn lassen sich diese Erscheinungen fast restlos auf die Verschmelzung »sukzessiv-periodischer Netzhautreize« und damit auf das Talbotsche Gesetz reduzieren[4]). Den Nachweis erbringt er auf deduktivem Wege[5]).

---

[1]) Pflügers Archiv Bd. LV (1893/94) S. 508 ff.

[2]) a. a. O. S. 519.

[3]) K. Marbe, Die stroboskopischen Erscheinungen, Philos. Studien, Bd. XIV, S. 376 ff.

[4]) a. a. O. S. 386.

[5]) a. a. O. S. 396 ff.

Er entwickelt die Tatsachen des Talbotschen Gesetzes und gibt ihnen eine eingehende theoretische Begründung[1]). Sodann zeigt er, daß die bisher untersuchten Gesetzmäßigkeiten der Stroboskopie — insbesondere die Fischerschen Resultate — sich unmittelbar aus der vorgetragenen Theorie ergeben[2]). Fischer hatte — wie bekannt — festgestellt, daß für den Eintritt des stroboskopischen Effekts ein gewisses maximales Intervall nicht überschritten werden darf. Dieses Intervall deutet Marbe als Verschmelzungsgrenze, d. h. als die größte Zeit, die zwischen zwei Bildreizen verfließen darf, damit sie gerade noch verschmelzen. Wenn diese Deutung richtig ist, dann ist Fischers Ergebnis natürlicherweise eine Folge des Talbotschen Gesetzes.

Ebenso klar ist, daß die erwähnte Störung des stroboskopischen Effektes, die Aufeinanderlagerung der sukzedierenden Phasen — also in Fischers Falle die Erscheinung der zwei Punkte übereinander — ganz gewiß eine Verschmelzungserscheinung[3]) ist und sich also in derselben Weise begründen läßt.

Mit Recht bestreitet Marbe Fischers Behauptung, es dürfe zwischen den einzelnen Phasenbildern kein Licht auf das Auge fallen[4]). Man überzeugt sich vielmehr leicht, daß die Erscheinung auch dann noch zustande kommt, wenn dies nicht der Fall ist, wenn also z. B. die Außenwand des Dädaleums hell gefärbt ist; allerdings ist es für die Deutlichkeit der Bilder von Vorteil, wenn die Intensität des Zwischenlichtes möglichst gering ist: aber auch das »Dunkel«, das die Spalten trennt, wird schließlich mehr oder minder als Lichtreiz zu betrachten sein. Berücksichtigt man dies, so läßt sich nach Marbe auch Fischers Gesetz über die kritische Dauer des Netzhauteindrucks aus der Theorie des Talbotschen Gesetzes ableiten[5]). Denn nach Marbe (wie auch nach anderen Forschern) begünstigt die Vergrößerung des Unterschiedes der Reizdauern die Entstehung einer konstanten Empfindung. Die Verkürzung des Phaseneindrucks

---

[1]) a. a. O. S. 386 ff. Vgl. auch d. dort zitierten früheren Arbeiten desselben Autors, ferner s. spätere Veröffentlichung in Pflügers Archiv 97 (1903), S. 335 ff., sowie W. Wirths Bemerkungen hierzu im Archiv für Psych. Bd. V, S. 77 ff. u. 99 ff.

[2]) a. a. O. S. 396 ff.

[3]) Nämlich einer Verschmelzungserscheinung in Marbes Sinne, vgl. d. Anm. S. 11.

[4]) a. a. O. S. 385.

[5]) a. a. O. S. 397.

ist aber eine solche Unterschiedsvergrößerung, sobald man nur das konstante Intervall, während dessen der Mantel des Dädaleums am Auge vorübereilt, ebenfalls als Reiz rechnet.

Auch hierfür ist Voraussetzung, daß das Eintreten des stroboskopischen Effektes mit demjenigen der Verschmelzung zusammenfällt: welche Voraussetzung allerdings für Marbe selbstverständlich zu sein scheint, so selbstverständlich, daß es bisweilen aussieht, als seien ihm überhaupt Verschmelzungsphänomene dieser Art und stroboskopische Erscheinungen vertauschbare Begriffe.

Freilich: Marbe grenzt dann wieder die Erscheinungen ab, die den Eindruck bewegter Objekte hervorrufen[1]). Für diese kommt seiner Meinung nach neben dem Talbotschen Gesetz noch ein zentraler Faktor in Betracht: in ihm wird man den eigentlichen Erzeuger des subjektiven Bewegungsbildes vermuten, die positive Ursache dieses merkwürdigen Eindruckes — das ist indes nicht Marbes Meinung, seine Annahme ist — wenigstens für den ersten Anschein — viel einfacher.

Zunächst definieren sich »Phasen« als die höchstens eben merklich verschiedenen Stadien eines bewegten Objektes. Bei der gewöhnlichen Bewegung nun sehen wir eben diese Phasen, bei der stroboskopisch bedingten dagegen nicht mehr: hier beweisen schon Fischers Experimente[2]), daß durchaus nicht alle so definierten Phasen zugegen zu sein brauchen; stroboskopisch sehen heißt also mit Phasenausfall sehen oder in Marbes Worten[3]): »Wenn wir Bewegungen stroboskopisch darstellen, so dürfen mehrere Bewegungsphasen ausfallen, ohne daß wir es bemerken«. Nun wiederholte Marbe Fischers Experiment mit den schwingenden Punkten. Vorher aber zog er eine Linie mitten durch den Streifen, dessen Rande parallel: sie trennte also die Punkte in zwei Gruppen. Wurde nun aufmerksam beobachtet, so sah man folgendes: der Punkt erscheint niemals unmittelbar auf der Linie, niemals durchschneidet er sie oder eilt über sie hinweg, wie er doch müßte, wenn seine Bewegung vollkommen der natürlichen entspräche. Weil also — schließt Marbe — die aufmerksame Beobachtung genügt, um das kineto-

---

[1]) a. a. O. S. 398 ff.

[2]) Marbe, a. a. O. S. 399.

[3]) a. a. O. S. 399.

skopische Phänomen aufzuheben, so muß es der Mangel an Aufmerksamkeit sein, der seinerseits diese Erscheinung hervorbringt, mit anderen Worten: rein zentrale Ursachen bewirken das Unbemerktbleiben der ausgefallenen Phasen und damit die Bewegungstäuschung überhaupt[1]).

Diese Anschauung wird Marbe indes heute schwerlich noch als die seine gelten lassen. Zwei Jahre nach der Veröffentlichung der eben zitierten Abhandlung erschien eine Arbeit von Ernst Dürr[2]), die ebenfalls die stroboskopischen Erscheinungen zu ihrem Gegenstande hatte: sie schließt eng an Marbes Ausführungen an und bewegt sich so sehr in dessen Gedankengängen, daß man ihre Ergebnisse mit einigem Recht zugleich als Resultate Marbescher Forschungen ansehen kann, um so mehr als dieser Autor bei den Dürrschen Experimenten als Beobachter fungierte.

Die ersten Versuche Dürrs beziehen sich auf Marbes Theorie des Talbotschen Gesetzes, sind also für unser Problem bedeutungslos; die darauffolgenden aber bilden eine unmittelbare Fortsetzung derjenigen Grützners. Dürr sucht das Problem des Phasenausfalls zu behandeln: die Beobachtung wurde mit dem Anschützischen Schnellseher vorgenommen und ein Dädaleumstreifen, der bockspringende Turner darstellte, zugrunde gelegt[3]). Durch Verdecken einer immer größeren Anzahl von Phasen wurde ermittelt, wie viele von ihnen auf solche Weise ausfallen durften ohne den Eindruck der Bewegung zu beeinträchtigen.

Da außerdem noch die Geschwindigkeit in Betracht gezogen wurde, ergaben sich zwei Wege, die auch beide eingeschlagen wurden: zu einer gegebenen Geschwindigkeit konnte die Anzahl der Phasen gesucht werden, die gerade noch ausfallen durfte, oder umgekehrt: die Zahl der verdeckten Phasen war gegeben, und die Geschwindigkeit wurde gesucht, bei der die Unterbrechung gerade wahrgenommen wurde. Das Ergebnis war dieses: es konnte eine ziemlich große Anzahl von Phasen verdeckt sein, ohne daß die vor-

---

[1]) a. a. O. S. 400.

[2]) E. Dürr, Über die stroboskopischen Erscheinungen. Philos. Studien, Bd. XV, S. 501 ff.

[3]) a. a. O. S. 510 ff. Einige solche Versuche hat übrigens bereits Marbe selbst angestellt.

handene Unterbrechung bemerkt wurde, nur mußte diese von genügend kurzer Dauer sein. Vor allem aber war stets Bedingung, daß die Augen der dargestellten Bewegung folgten: bei Fixation eines festbleibenden Punktes hingegen wurde der Ausfall bemerkt, und zwar immer und ohne weiteres.

Die Erklärung ist sehr einfach: wenn das Auge den bewegten Gegenstand verfolgt, so müssen notwendigerweise dessen einzelne Phasen stets auf (annähernd) dieselbe Netzhautstelle gelangen, und der leere Fleck, der der verdeckten Phase entspricht, fällt auf ebendiese Stelle; er wird daher mehr oder minder durch das Nachbild der vorhergehenden Phase ausgefüllt und also nicht als Lücke bemerkt werden. Davon ist bei Fixation keine Rede mehr: hier sind es getrennte Partien der Retina, die unmittelbar hintereinander beleuchtet werden, die Lücken erscheinen daher als das, was sie sind: der Ausfall wird bemerkt.

Man sieht, an die Stelle von Marbes Aufmerksamkeitsrichtung ist nunmehr ein peripherer Prozeß getreten: die Fixation[1]).

Aus alledem schließt Dürr, daß die stroboskopischen Erscheinungen nur peripherer Natur sind: sie lassen sich restlos aus dem Talbotschen Gesetz und der Tatsache erklären, daß wir bewegte Gegenstände mit den Augen zu verfolgen pflegen. — Auf die Versuche Dürrs und seiner unmittelbaren Vorgänger wird später noch vielfach zurückzukommen sein.

V. Orientierende Untersuchungen.

Als ich meine eigenen Versuche im Leipziger Laboratorium begann, war dieses meine Problemstellung:

Nachbild- oder Verschmelzungserscheinungen treten allerdings bei stroboskopischen Versuchen auf und sogar in sehr interessanten Modifikationen: die Frage nach ihren besonderen Gesetzmäßigkeiten hat gewiß ihren guten Sinn; meine Frage aber durfte sie nicht sein, sondern die war allein, ob und inwieweit jene Tatsachen zur Erklärung der Täuschung genügen, und vor allem, ob sie überhaupt die Erklärung liefern.

Dazu war zunächst nötig, zwischen den verschiedenen verwend-

[1]) a. a. O. S. 516 ff.

baren Apparaten eine Auswahl zu treffen. Der Kinematograph ist der spezifischen Täuschung am besten angepaßt und daher in gewissem Sinne sogar der einfachste Apparat; nur ist freilich seine experimentelle Handhabung sehr schwierig, zudem schien es mir dringend geboten, einen möglichst unmittelbaren Anschluß an frühere Versuchsergebnisse zu gewinnen: die aber waren durchweg mit Hilfe anderer Apparate gefunden. Es empfahl sich also das gewöhnliche Stroboskop; und zwar benutzte ich zunächst denselben Apparat, mit dem seinerzeit schon Fischer gearbeitet hatte: ein dreizehnfenstriges Dädaleum. Sein Zylinder wurde durch einen Schnurlauf mit einem Elektromotor in Verbindung gesetzt: die Dauer der Umdrehungen und damit natürlich auch die Zeit der Intervalle konnte sehr leicht mittels einer Fünftelsekundenuhr festgestellt werden; doch habe ich messende Versuche in der erforderlichen Anzahl erst später angestellt, als mir ein anderer, sehr exakt gearbeiteter Apparat zur Verfügung stand. Für jetzt war mein Ziel nur, eine möglichst anschauliche Vorstellung von der Art und Weise des Eintritts der Täuschung zu gewinnen. Denn Fischers zahlenmäßige Angaben über den Moment des Übergangs der stroboskopischen Erscheinung in eine andere, nicht mehr stroboskopische fordern ganz unmittelbar zu der Frage auf, ob dieser Übergang sich plötzlich vollzieht oder etwa durch andere Vorgänge eingeleitet oder vorbereitet wird. Man kennt die »Flimmererscheinungen«, die bei rotierenden Scheiben der völligen Verschmelzung vorausgehen: sie sind solche einleitenden Vorgänge, die zwischen der Mehrheit der ungemischten Reize und dem schließlich resultierenden Einheitsreiz vermitteln, so daß von einem direkten Übergang der einen Erscheinung in die andere nicht die Rede sein kann. Findet bei unserer Täuschung etwas ähnliches statt? Dabei muß zunächst klar sein, zwischen welchen Vorgängen denn hier überhaupt vermittelt werden kann, d. h. welcher Art jene nicht-stroboskopische Erscheinung ist, in die die Täuschung durch fortgesetzte Verminderung der Rotationsgeschwindigkeit schließlich übergeht. Das Experiment entscheidet ohne weiteres: sie ist identisch mit derjenigen, die unter sonst gleichen Umständen bei Wegfall der oberen Hälfte des Dädaleums entstehen würde, d. h. man sieht die einzelnen Phasenbilder in ihrer objektiven Bewegung, sie kommen von der einen Seite und verschwinden dann wieder nach

der anderen, die Gegenstände, die neu ins Gesichtsfeld eintreten, sind immer andere und andere: kurz, die Wahrnehmung ist so deutlich wie möglich vom stroboskopischen Eindruck verschieden. Daher wird man von vornherein erwarten, daß Vermittlungserscheinungen im angedeuteten Sinne fehlen müssen, und das Experiment bestätigt dies durchaus: der neue Eindruck ist sofort toto genere vom vorangehenden verschieden, was auch dann noch gilt, wenn nicht Phasen, sondern vollkommen gleichartige Bilder — ich wählte kleine schwarze Kreise in genau derselben Höhenlage — exponiert werden: die Erscheinung der seitlich kommenden und gehenden Kreise verwandelt sich plötzlich und unvermittelt in den eines einzigen und völlig ruhenden.

Zugleich war hierbei noch eine andere Erscheinung sehr gut zu beobachten, die ebenfalls von Fischer noch nicht erwähnt ist. Die Kreise wurden, sobald der Effekt eingetreten war, keineswegs immer als Kreise gesehen, sondern eigentlich nur dann, wenn sich das Auge dicht vor dem Apparat befand, je weiter man sich entfernte, um so mehr erschienen sie seitlich zusammengedrückt, so daß sie bei etwa 2 m Distanz mit zwingender Deutlichkeit als Ellipsen gekennzeichnet waren. Doch auch, wenn die Entfernung viel kleiner ist, kann etwas ähnliches eintreten. Ist der stroboskopische Effekt noch nicht vorhanden und steigert man die Rotationsgeschwindigkeit, so zeigt sich unmittelbar vor Beginn der eigentlichen Täuschung bisweilen — also durchaus nicht regelmäßig — ebenfalls eine starke seitliche Pressung des Kreises, doch ohne daß seine Eigenbewegung dabei verloren geht.

In all diesen Eigentümlichkeiten tritt jedenfalls klar hervor, daß die zur Bildbewegung hinzutretende Bewegung der Spalte von einiger Wichtigkeit ist. Das läßt sich auf umgekehrtem Wege noch deutlicher erkennen. Bewegte Gegenstände pflegen wir mit den Augen zu verfolgen und es ist bekannt, daß ihre Bewegung dadurch scheinbar verlangsamt wird[1]). Daher kommt es, daß vor dem Eintritt des Effektes die an und für sich schon sehr langsame Spaltbewegung für unser Bewußtsein ganz zurücktritt; gerade das umgekehrte aber muß

[1]) Stern, Die Wahrnehmg. von Bewegungen verm. des Auges § 8 S. 325, vgl. auch Wundt, Phys. Psych. 5. Aufl. Bd. II, S. 579, sowie die dort erwähnten Arbeiten von Fleischls und Auberts.

für die Bilder gelten, da ihre Bewegung entgegengesetzt gerichtet ist. Also: bei annähernd ruhendem Spalte und relativ rascher Bewegung der Objekte besteht kein stroboskopischer Effekt. Mithin ist die Bewegung der Spalte von prinzipieller Wichtigkeit für die gesamte Täuschung.

Auch davon hat Fischer nichts berichtet; ja noch mehr: er will — wie schon erwähnt — durch das Experiment bewiesen haben, daß stroboskopische Erscheinungen bei ruhenden Spalten möglich sind. Damit hat es nun folgende Bewandtnis. Fischer hatte mit voller Klarheit erkannt, daß vor und nach der Exposition jedes Phasenbildes keine störenden Reize einwirken dürfen. Als solche Reize aber galten ihm in erster Linie die weißen Felder des Streifens, welche die einzelnen dort aufgetragenen Bilder voneinander trennen. Daher ist es — so schließt er weiter — die Aufgabe der spaltfreien Flächen des Dädaleummantels, diese Reize zu überdecken, weshalb auch der Mantel stetz schwarz oder doch möglichst dunkel gefärbt ist. Die Spalten haben also lediglich die Bilder selbst der Beobachtung frei zu geben und zu isolieren.

In dieser Deduktion ist aber schon der Ausgangspunkt nicht unanfechtbar. Es ist ja richtig: »in jedem Zeitintervall zwischen zwei auftretenden Phasenbildern« dürfen allerdings keine störenden Reize einwirken. Dabei ist jedoch vorauszusetzen, daß hier der Begriff des Auftretens von Phasenbildern seinen wohldefinierten Sinn hat — und das braucht freilich nicht ohne weiteres der Fall zu sein. Diese Bilder schieben sich ja von der Seite in den Spaltausschnitt hinein und ebenso wieder aus ihm heraus, ohne in ihrer Bewegung inne zu halten. Der Moment also, in dem sich eines der Bilder gerade seiner ganzen Ausdehnung nach vor uns befindet, ist — an sich genommen — all den unmittelbar vorangehenden und nachfolgenden Zeitpunkten, in denen es noch nicht völlig, nicht mehr völlig oder doch an anderer Stelle sichtbar ist, vollkommen gleichwertig. Für die Exposition oder das Auftreten jedes Phasenbildes kann aber offenbar nur einer dieser verschiedenen Momente in Frage kommen, alle anderen wirken lediglich störend und zwar ohne Zweifel in viel höherem Grade als die homogenen Flächenstücken zwischen den Bildern.

Sollen also störende Zwischenreize vermieden sein, so gilt es vor allem, einen bestimmten Moment der Exposition hervorzuheben,

d. h. es muß die beständige Lageveränderung der Bilder verborgen werden: und das eben leistet in Wahrheit die Spaltbewegung — wie sich bald des genaueren zeigen wird.

Fischers eigenes Ergebnis aber ist nichts als eine sonderbare Selbsttäuschung und wohl nur dadurch ermöglicht, daß dem Experimentator keine weiteren Beobachter zur Verfügung standen.

Der Versuch selber war dieser: Um den seiner Meinung nach so besonders schädlichen weißen Zwischenraum zu vermeiden, wählte Fischer eine schwarze Scheibe, auf der wiederum die Phasenbilder eines auf- und abschwingenden — nunmehr natürlich weißen — Punktes aufgetragen waren. Die Scheibe rotierte dicht hinter einem ruhenden, mit einem vertikalen Spalte versehenen Pappschirm. Wurde nun beobachtet, so sah man — heißt es wörtlich — »einen sich auf- und abbewegenden weißen Punkt; daß derselbe etwas lichtschwach war, rührte offenbar daher, daß man den ruhenden Spalt ziemlich nahe an die Bildscheibe bringen mußte, damit man nicht einen viel breiteren Raum von letzterer sah, als der Durchmesser eines solchen weißen Punktes betrug (sonst würde natürlich der Punkt verzerrt erscheinen müssen); dadurch wurde aber der Bildscheibe nicht soviel Licht zugeführt, als zum klaren Erkennen nötig ist«.

Zutreffend ist hiervon nur das Selbstverständliche, daß sich das gerade überschaute Flächenstück mit der Entfernung vom Spalt vergrößert: das folgt aus einfachen optischen Gesetzen. Welches Gesetz aber schreibt vor, daß der gesehene Gegenstand bei solcher Entfernung verzerrt erscheinen muß? Wieso ist das natürlich? Und vor allem: wie kommt es, daß jene Nähe von Spalt und Bild nicht auch beim eigentlichen Stroboskop dieselbe wichtige Rolle spielt? Als ich meinerseits den Versuch wiederholte, fand ich nun folgende überaus einfache Erklärung.

Es war allerdings ein auf- und abschwingendes Objekt zu sehen: nur war es nicht bloß lichtschwach, sondern im höchsten Grade verschwommen und undeutlich. Und das hatte eine recht naheliegende Ursache. Wenn man eine Scheibe — ganz gleichgültig von welcher Farbe — in der Weise Fischers mit Punkten versieht, so müssen diese bei genügend rascher Rotation zu einem Kontinuum verschmelzen: man wird also statt der einzelnen Bilder eine Kurve erblicken, deren Gestalt annähernd der Verbindungslinie der einzelnen Punkte entspricht.

Diese Kurve sieht man vollständig, wenn man die Scheibe in gewöhnlicher Weise betrachtet, bringt man aber den Spalt davor, so wird natürlich ein entsprechendes Stück herausgeschnitten, und dies wird um so kleiner sein, je näher sich der Spalt an den Bildern befindet. Ist die Spaltbreite und der Durchmesser des »Punktes« gleich groß, so wird der Ausschnitt bei größtmöglichster Nähe (ziemlich) ebenso groß sein, als der wirkliche Punkt, und es kann in der Tat der Anschein entstehen, als bewege sich der Punkt selber dort auf und nieder. Man begreift die Lichtschwäche der Erscheinung, man begreift aber auch den wahren Grund, aus dem die beiden Teile sich so nahe wie möglich sein müssen; es hätte ja sonst eben der Ausschnitt nichts ergeben, das mit einem Punkte irgend konnte verwechselt werden, oder wenn man einen solchen durchaus in die Erscheinung hineinsehen will, so wäre er zum mindesten doch sehr verzerrt erschienen, ganz wie es Fischer beobachtet hatte.

Daß aber der Vorgang nicht stroboskopischer Natur ist, ließ sich ebenfalls experimentell sehr leicht zeigen. Ich ersetzte die Phasen des schwingenden Punktes durch solche, die im Stroboskop die Erscheinung eines rotierenden Rades hervorriefen: es war nicht die Spur von solcher Rotation zu bemerken, man sah das Kommen und Gehen der einzelnen Phasen bei langsamer, und ihre Verschmelzung zu einem verschwommenen Streifen bei genügend rascher objektiver Bewegung.

Noch bliebe schließlich ein theoretischer Einwand. Wenn ein Objekt hinter einem ruhenden und genügend engen Spalt mit großer Geschwindigkeit vorübereilt, so sehen wir diese Bewegung ohne Zweifel momentan. Eine momentan gesehene Bewegung erscheint aber stets als Ruhe, wie die Beleuchtung durch den elektrischen Funken am besten beweist: also konnte Fischer recht wohl auch auf diesem Wege eine subjektive Aufhebung der Bewegung des Punktes bewirken, d. h. den Eindruck der Ruhe erzeugen. Das wäre indessen nur ein Spiel mit dem Wort »momentan«. Denn nicht allein auf die momentane Sichtbarkeit kommt es an, sondern vor allem auch darauf, daß während des fraglichen Momentes keine Ortsveränderung bemerkt wird. Es gibt aber gar kein besseres Mittel, Ortsveränderung sichtbar zu machen, als eben den ruhenden Spalt, der eine Stelle im Raum fixiert. Mag er auch noch so eng sein und der Moment des Vorübergleitens auch noch so kurz: soweit wir das

Objekt überhaupt deutlich sehen, soweit sehen wir auch seine Verschiebung, also zum mindesten eine Bewegung um die Breite des Spaltes. Mit solcher Verschiebung können sich auch hier gelegentlich Verzerrungserscheinungen verbinden, die denen bei langsamer Bewegung sehr ähneln: aber gerade in dieser Form sind sie nichts neues, sie decken sich völlig mit denen der Zöllnerschen[1]) Täuschung. Zöllner stellte folgenden Versuch an: auf eine Papptafel war eine beliebige Figur gezeichnet, z. B. ein Kreis. Wurde nun der Spalt einer anderen Tafel unmittelbar über den Kreis gelegt und — bei ruhendem Spalte — die Bildtafel rasch hin und her bewegt, so erschien das Objekt verzerrt und zwar seitlich zusammengepreßt: der Kreis also als Ellipse. Die Erscheinung erinnert ihrerseits wieder an die sogenannten anorthoskopischen Täuschungen, bei denen ganz ähnliche Verzerrungen auftreten, obwohl hier Bild und Spalt gleichzeitig bewegt sind. Gerade diese Phänomene müssen uns noch ausführlich beschäftigen: denn die Bewegung von Spalt und Bild ist auch für die Stroboskopie von Bedeutung — und doch muß es sich hier noch um prinzipiell andere Dinge handeln, denn die Verzerrungen, die das Wesen der anorthoskopischen Erscheinungen bilden, sind ja offenbar für das Stroboskop gerade das störende Element.

VI. Ein Spalt und ein Bild allein. Beziehungen zum Anorthoskop.

Ich beschloß deshalb einen Apparat zu konstruieren, durch den ch all diese Verhältnisse in einfachster Weise überschauen konnte. Dazu benutzte ich zunächst die Hauptteile eines Tachistoskops; d. h. einen wieder mit einem Spalt versehenen Schirm, der an vertikal stehenden Schienen auf- und niederlief. Hinter ihm befand sich aber keine feste Wand wie beim gewöhnlichen Tachistoskop, sondern eine Einrichtung, welche die Bewegung des Objektes ermöglichte: seitlich vom Schirme, in einem Abstande von etwa 25 cm war ein Stativ aufgestellt; an ihm wurde ein langer Holzstab so befestigt, daß er einen Hebel bildete, dessen kürzerer Arm sich hinter dem Schirme auf- und abbewegte. Dort war dann leicht ein Objekt an ihm an-

[1]) Zöllner: Pogg. Annalen Bd. 117 (1862): Über eine neue Art anorthoskopischer Zerrbilder.

zubringen, das durch Herabgleiten des Spaltschirmes momentan sichtbar gemacht werden konnte. Endlich war vor dem ganzen Apparate noch eine Pappwand aufgerichtet, die die objektive Bewegung seiner einzelnen Teile verdecken sollte und nur die Stelle, an der jeweils das Objekt auftrat, dem Beobachter frei ließ.

Der Spalt war 5 mm breit, sein Abstand vom Objekt betrug 20 cm, beide Werte aber konnten beliebig verändert werden. Die Entfernung des Beschauers von der Spaltscheibe belief sich auf etwa 35 cm: sie genügte, um das durch eine elektrische Glühlampe hell erleuchtete Objekt deutlich erkennen zu lassen. Die Beobachtung erfolgte monokular und — der Fixation wegen — durch ein astronomisches, schwach vergrößerndes Fernrohr. Ferner bedürfen noch zwei Elektromagnete der Erwähnung, von denen der eine über dem Hebelarm angebracht war. Sie hatten die Aufgabe, die beiden Gegenstände vor ihrer Bewegung festzuhalten und so, bei Unterbrechung des Stromes, einen gleichmäßigen Beginn des ganzen Vorganges zu ermöglichen.

Die Spaltscheibe selber war mit einer Schnur verbunden, die über ein Rad lief, das sich oben auf einer der Schienen befand; sie ermöglichte es, die Geschwindigkeit der Spaltscheibe zu variieren. Dasselbe wurde bei der Hebelstange durch Laufgewichte erreicht. Trotzdem war der Apparat nicht exakt genug, um genaue Geschwindigkeitsmessungen zu gestatten; doch kam es mir auch darauf zunächst noch nicht an. Dagegen vermochte ich jetzt in sehr bequemer Weise folgende drei Gruppen von Versuchen anzustellen und innerhalb gewisser Grenzen auch zu modifizieren.

Zunächst war es möglich, bei ruhendem Bilde den Spalt zu bewegen — das war offenbar der einfachste Versuch, der am wenigsten Überraschungen versprach.

Sodann konnte außerdem noch das Bild bewegt werden: waren hier die beiden Bewegungen entgegengesetzt, so mußte die Erscheinung aufs deutlichste an die des Anorthoskops erinnern, und ebenso unverkennbar war die Ähnlichkeit mit der Versuchsanordnung des Dädaleums. Bei gleichgerichteter Bewegung dagegen ergab sich in gewissem Sinne die einfachste Form der Stampferschen Scheibe.

Endlich konnte noch bei ruhendem Spalte das Bild bewegt werden: das war der Zöllnersche Versuch. Als Objekt diente

ein kleiner weißer Kreis auf schwarzem Grunde, von 2 cm Durchmesser.

Die Geschwindigkeit der Spaltscheibe war eine konstante und zwar wurde sie so gewählt, daß bei Exposition des ruhenden Objektes nicht nur dieses, sondern auch seine gesamte Unterlage — ein schwarzer Pappstreifen von 8 cm Breite und 12 cm Höhe vollkommen simultan zu sehen war.

Daß bei den Versuchen mit ruhendem Objekt keine Bewegung gesehen wurde, ist ohne weiteres verständlich, und wir haben von dieser Tatsache bereits früher zur Erklärung anderer Phänomene[1]) Gebrauch gemacht. Es scheint nun, daß in diesem Falle auch keine Gestaltverzerrungen auftreten können; sonderbarer Weise war dies aber bei einigen Beobachtern doch der Fall, freilich nur bisweilen und auch bloß dann, wenn einmal ausnahmsweise ohne Fernrohr beobachtet wurde. Auf diese Täuschung wird noch zurückzukommen sein.

Die größte Wichtigkeit haben natürlich die Versuche, in denen sowohl Spalt wie Bild in Bewegung waren. Ich ging dabei von einer sehr geringen Geschwindigkeit aus, steigerte sie dann aber immer mehr und schließlich soweit, daß zuletzt die der Spaltscheibe noch übertroffen wurde. Unter den Beobachtern fand sich eine große Übereinstimmung. Das Bild wurde nämlich in allen Fällen trotz seiner objektiven Bewegung ruhend gesehen. Zugleich traten regelmäßig sehr bemerkbare Verzerrungserscheinungen auf: sie zeigten sich am geringsten, wenn die Bewegung sehr langsam war, wie sich leicht begreifen läßt: in diesem Falle ähnelten eben die Bedingungen am meisten denen bei tatsächlich ruhendem Objekte. Bei entgegengesetzt gerichteter Bewegung ergab sich regelmäßig eine Zusammenpressung, bei gleichgerichteter eine Auseinanderzerrung der Figur — beides natürlich in der Richtung der Bewegung. Immer also erschien eine Art Ellipse, nur stand deren große Achse in einem Falle horizontal, im anderen vertikal.

Die Pressungserscheinungen waren einfach die des schon mehrfach erwähnten Plateauschen Anorthoskops: nur wird bei diesem Apparate das Bild meist auseinandergezerrt aufgezeichnet und dann

---

[1]) Vgl. S. 397 oben.

durch gegengleiche Bewegung von Objekt- und Spaltstreifen in seine normale Gestalt zurückverwandelt. Diese Verwandlung erfolgt — simultanes Sehen, also deutliche Nachbildwirkung vorausgesetzt — stets in derselben Weise, lediglich auf Grund mathematischer Beziehungen; und man sieht leicht, daß die betreffenden Gesetze auch für den Fall der gleichgerichteten Bewegung gelten müssen.

Offenbar genügt es zum allgemeinen Verständnis des Vorganges, wenn wir nur die Strecke finden, um die der Durchmesser unseres Kreises verkürzt oder verlängert erscheint. Diese Verschiebungsgröße wird einfach dem Wege gleichkommen, den das zuletzt exponierte Ende des Durchmessers vom ersten Momente der Sichtbarkeit des Kreises zurücklegt, bis es mit dem Spalte, den wir uns als Linie denken wollen, zusammentrifft. Nennen wir diese Größe x und den Durchmesser d, so muß der Weg, den der Spalt selbst bis zum Treffpunkt zurücklegt $= d + x$ sein, wobei x positive und negative Werte erhalten kann. Beide Wege aber werden sich zueinander wie die Geschwindigkeiten verhalten, mit denen sie zurückgelegt werden. Wenn wir nun die Spaltgeschwindigkeit c und die Bildgeschwindigkeit c_b nennen, so erhalten wir

$$x : (d + x) = c_b : c \qquad \text{und daraus}$$

$$x = \frac{dc_b}{c - c_b} \tag{I}$$

Ist die Bewegung des Spaltes entgegengesetzt, so haben wir einfach c negativ zu setzen und erhalten

$$x_1 = - \frac{dc_b}{c + c_b} \tag{II}$$

Die Verschiebungsgröße wird hier also negativ: d. h. es findet eine scheinbare Zusammenpressung statt. Sobald wir endlich c als Vielfaches von c_b auffassen und $c = nc_b$ setzen, ergibt sich

$$\text{für die positive Verschiebung } x = \frac{d}{n - 1} \tag{III}$$

$$\text{» » negative » } x_1 = - \frac{d}{n + 1} \tag{IV}$$

Ist also, wie in meinen ersten Versuchen, die Geschwindigkeit sehr gering, so nähert sich c_b dem Werte 0 und da deshalb n über die

Maßen wächst, so muß die Verschiebung x unmerklich klein werden — ganz gleichgültig, wie die Bewegung gerichtet ist.

Soweit stimmten meine Versuche mit der Theorie überein. Steigerte ich jedoch die Geschwindigkeit mehr und mehr, so zeigten sich recht erhebliche Abweichungen: sie wurden am auffallendsten, wenn Spalt und Bild sich annähernd gleich schnell bewegten. Hierüber stellte ich mit Herrn Dr. Heidenhain, der auf derartige Beobachtungen sehr gut eingeübt war, eine Reihe von Versuchen an, wobei bald er, bald ich als Versuchspersonen fungierten. Es wurden jetzt in bunter Folge drei verschiedene Objekte geboten, sie waren Kreise mit Durchmessern von 2, 2,5 und 3 cm. Vor einer jeden dieser Darbietungen schaltete ich noch einen besonderen Versuch ein, in welchem ich eine unbewegte Figur exponierte: sie diente als Vergleichsgröße und blieb in allen Versuchen dieselbe: der ursprüngliche Kreis von 2 cm Durchmesser. Ich ließ dann angeben, um wieviel der Durchmesser der neuen Figur größer oder kleiner war als der des Vergleichskreises und rechnete dabei die Aussage gleich groß = 1, etwas mehr als gleich = 1,25, etwa in der Mitte zwischen gleich und doppelt = 1,5, annähernd doppelt = 1,75 usw.

Die folgende Tabelle zeigt diese Aussagen im Mittel von zehn gleichen Versuchen nebst der jeweils zugehörigen mittleren Variation. Daneben findet sich dieselbe Größe auf Zentimeter umgerechnet, und zuletzt endlich folgt die Länge des Durchmessers, die sich auf Grund der Formel hätte ergeben müssen.

Tabelle I.

a) Gleiche und richtungsgleiche Geschwindigkeit.

Wirkl. Gr.	Beobachter H.	mittl. V.	cm	Beobachter L.	mittl. V.	cm	Formel-W.
2 cm	2,37	0,25	4,75	2,57	0,35	5,15	∞
2,5 »	3,07	0,46	6,15	3,05	0,55	6,10	∞
3 »	4,05	0,34	8,10	3,75	0,35	7,50	∞

b) Gegengleiche Geschwindigkeit.

Wirkl. Gr.	Beobachter H.	mittl. V.	cm	Beobachter L.	mittl. V.	cm	Formel-W.
2 cm	0,55	0,07	1,10	0,49	0,11	0,97	1 cm
2,5 »	0,79	0,17	1,57	0,81	0,12	1,62	1,25 »
3 »	0,95	0,21	1,90	0,95	0,45	1,90	1,5 »

Auffallend in dieser Tabelle und namentlich in ihrer ersten Hälfte ist die außerordentliche Abweichung der beobachteten Verzerrungen von denen, die durch die Formel gefunden sind: aber gerade darüber sollte mir bald Aufklärung zu teil werden und zwar auf eine höchst unerwartete und merkwürdig einfache Art.

VII. Der Abstand des Bildes vom Spalte. Stroboskopische Kinematik.

Die folgenden Experimente suchten festzustellen, ob etwa die Entfernung des Bildes vom Spalte einen Einfluß ausüben könnte. Und hier zeigte sich das zunächst überraschende Ergebnis, daß die Deutlichkeit des Gesehenen mit der Vergrößerung dieser Entfernung zunahm.

Ich stellte die Versuche dadurch an, daß ich einfach den ganzen hinteren Teil des Apparates mehr und mehr zurückschob. Immer nach einer Verschiebung von 10 cm ließ ich dann wieder beobachten. Dabei war die fortgesetzt abnehmende Lichtstärke freilich ein sehr ungünstiger Umstand; immerhin ergab sich folgendes als völlig gesichert: war der Abstand etwa gleich 110 cm geworden, so war von einer Verzerrung nicht das mindeste mehr zu bemerken. Dies galt für gleich gerichtete Bewegung; bei entgegengesetzter konnte das Objekt schon viel früher, etwa bei 75—80 cm Entfernung nicht mehr von einem Kreise unterschieden werden. Und von allen drei Figuren war hier dasselbe zu sagen.

Nun wäre es ein überflüssiges Beginnen gewesen, wenn ich jetzt die Versuche gehäuft hätte. Denn ich fand bald, daß auch diese Erscheinungen einer Gesetzmäßigkeit folgten, die sich mathematisch formulieren läßt und sogar unmittelbar aus der schon festgestellten hervorgeht. Die Voraussetzung dieser Versuche war immer die gleiche Geschwindigkeit beider Bewegungen. War sie aber wirklich erfüllt? Zweifellos nicht. Denn nicht die objektive Geschwindigkeit kommt in Betracht, sondern allein die scheinbare in bezug auf das Auge des Beobachters; die aber ist in hohem Maße von der jeweiligen Entfernung abhängig: wir sehen ja auch sonst sehr rasche Bewegungen langsam und um so langsamer werden, je weiter von ihnen wir unseren Standpunkt wählen: am bekanntesten und auch

augenfälligsten ist wohl der Unterschied in der scheinbaren Geschwindigkeit naher und entfernter Gegenstände, wenn wir im Eisenbahnzuge an ihnen vorüberfahren[1]).

Für unseren Fall genügt dieses: verschieden große Strecken werden in derselben Zeit durchlaufen; die Geschwindigkeiten, mit denen sie durchlaufen werden, verhalten sich also wie die Strecken selbst. Und da diese Strecken ihrerseits (ihrer scheinbaren Größe nach) im umgekehrten Verhältnis der Entfernung vom Auge zunehmen, so folgt, daß auch die subjektiven Geschwindigkeiten sich umgekehrt verhalten müssen wie die Entfernungen vom Auge. Nun bezeichnen wir wie bisher die Geschwindigkeit des Spaltes mit c, dagegen soll c_b jetzt die scheinbare Bildgeschwindigkeit bedeuten; h sei die Entfernung des Spaltes und h_b die des Bildes vom beobachtenden Auge. Dann verhält sich

$$c_b : c = h : h_b,$$

oder wenn wir den Abstand von Bild und Spalt a nennen:

$$c_b : c = h : (h + a) \quad \text{oder}$$

$$c_b = \frac{c \cdot h}{h + a},$$

unter Berücksichtigung von (I) und (II) findet man als Wert für die Verschiebungsgrößen sehr leicht hieraus:

$$x = d \cdot \frac{h}{a} \qquad \text{(V)}$$

bei gleichgerichteter und $x_1 = - d \cdot \frac{1}{2 + \frac{a}{h}}$ (VI)

bei entgegengesetzter Bewegung. Dabei ist d natürlich die jeweils wahrgenommene Größe des Durchmessers.

Die Berücksichtigung der Tatsachen, die sich in diesen Formeln aussprechen, ist nun von höchster Wichtigkeit nicht nur für unsere Versuche, sondern für die ganze kinematische Seite des stroboskopischen Problems überhaupt.

Zunächst erklärt sich die sonderbare Abweichung unserer experimentellen Ergebnisse von den durch die Formel gefundenen Werten. Diese Werte galten eben nur für eine Versuchsanordnung, in der der

[1]) Vgl. Stern, a. a. O. §§ 20 γ S. 330 und 56, S. 381.

Abstand von Spalt und Bild gering genug ist, um vernachlässigt werden zu können, und das ist beim eigentlichen Anorthoskop ja auch wirklich der Fall. Zugleich ist völlig klar, weshalb dieser Apparat Versuche mit gleicher und richtungsgleicher Geschwindigkeit ausschließt. Denn diese würden am besten und einfachsten dann angestellt werden können, wenn das Bild unmittelbar hinter dem Spalte dauernd befestigt, also etwa auf den Schirm selber aufgeklebt wäre. Wird dann der Spalt bewegt und also auch das Bild, das an ihm klebt, so ist jede Verdeckung unmöglich, und alles, was überhaupt vom Bilde sichtbar ist, muß während der gesamten Dauer der Spaltbewegung sichtbar bleiben. Nun sind unsere Formeln ohne Rücksicht auf empirische Bedingungen entwickelt. Zwei Faktoren insbesondere blieben unbeachtet. Zunächst die absolute Dauer der betrachteten Bewegungen. Die Formel weiß nichts von den Grenzen, die diesen Bewegungen durch das Niederfallen auf den Boden oder das Anschlagen an den Elektromagneten gesetzt sind. Und sie weiß ebensowenig von der Dauer des Lichteindrucks auf der Netzhaut. Für uns war allerdings Voraussetzung, die Geschwindigkeit solle stets groß genug sein, um simultanes Sehen zu ermöglichen. In extremen Fällen ist das nicht zu erreichen: wir brauchen nur die gerade Strecke, über die das Bild sich bewegt, genügend lang zu machen — und, was wir sehen, wird zeitlich getrennt sein. Die Formel aber rechnet ein Bild heraus, das genau so lange besteht, als es unverdeckt erscheint, oder vielmehr unverdeckt erscheinen kann. Und wir verstehen jetzt: die Länge des Streifens kennt, absolut genommen, überhaupt keine Grenzen, sie ist unendlich. Genau das ist aber unser oben — freilich unter einem falschen Gesichtspunkt — berechneter Wert. Wir brauchen nur die passenden Formeln zu Grunde zu legen, d. h. die Entfernungen zu berücksichtigen, um ein befriedigendes Ergebnis zu gewinnen. Denn die Abweichungen der folgenden Tabelle müssen in Anbetracht der wenig subtilen Untersuchungsmethode relativ geringe genannt werden.

Ich wiederhole nur die auf Zentimeter umgerechneten Angaben aus der ersten Tabelle. Die richtigen neuen Werte ergeben sich natürlich ohne weiteres, wenn wir in die Formeln (V) und (VI) $a=20$ und $h=35$ einsetzen. Die konstante Unterschätzung in der ersten Hälfte der Tabelle (II a) dürfte sich aus der großen — übrigens aus

unserer Theorie völlig verständlichen — Lichtschwäche der nach dem Ende zu liegenden Teile der Figur leicht erklären lassen.

Tabelle II.

a) Gleiche und richtungsgleiche Geschwindigkeit.

Wirkl. Gr.	Beobachter H.	Beobachter L.	Formelwert
2 cm	4,75	5,15	5,5
2,5 »	6,15	6,10	6,875
3 »	8,10	7,50	8,25

b) Gegengleiche Geschwindigkeit.

Wirkl. Gr.	Beobachter H.	Beobachter L.	Formelwert
2 cm	1,10	0,97	1,22
2,5 »	1,57	1,62	1,53
3 »	1,90	1,90	1,83

Nun können wir aber auch die großen Vorzüge begreifen, die das Dädaleum vor der Stampferschen Scheibe voraus hat. Denn was für einen Spalt gilt, muß ebensowohl für eine beliebige Anzahl gelten: dann aber haben wir im Prinzip jene beiden Apparate, und es ist klar, daß die Entfernung der Bilder von den Spalten auch hier von derselben Wichtigkeit ist. Fischer hat es verabsäumt, hierüber Versuche anzustellen. Es fehlt sogar die Angabe über die — offenbar konstante — Entfernung seiner beiden Scheiben voneinander. Bei den Versuchen mit gleicher Rotationsrichtung schienen Fischer »die Punkte nicht ganz scharf umgrenzt und sobald das Auge sich nicht direkt vor der Spaltscheibe befand, etwas breiter als sie in der Tat waren«[1]. Er erklärt sich das durch die Dauer des Lichtreizes. Je mehr wir das Auge dem Apparate nähern, um so kürzere Zeit währt der Phaseneindruck. Die Kürze des Phaseneindrucks aber ist nach dem Autor die Hauptbedingung für die Deutlichkeit der Erscheinung. Wir wissen, daß das falsch ist: weder die Dauer des Phaseneindruckes kommt für die Verzerrung in Betracht, noch überhaupt eine bloß zeitliche Größe, sondern einzig und allein das

[1]) a. a. O. S. 131.

Verhältnis der beiden (scheinbaren) Geschwindigkeiten. An eine Einschränkung könnte nur in einem Punkte gedacht werden: das Selbstverständliche, das die Voraussetzung aller unserer Versuche war, gilt auch hier: wiederum muß die Zeit, während der der Spalt über das Bild hinweggleitet klein genug sein, um dieses als simultan gegebene Einheit sichtbar zu machen. Damit aber haben die fraglichen Verzerrungen als solche nichts zu tun. Die Verzerrungsfigur ist ja hier, sobald sie nur überhaupt erschienen ist, in jedem Falle schon eine simultan gesehene Figur und ändert ihre Gestalt nicht im mindesten mit der Rotationsgeschwindigkeit: das zeigt eine beliebige Stampfersche Scheibe ohne weiteres, wenn man sie vor den Spiegel hält. Hieran also kann Fischer nicht gedacht haben: vielmehr hat er mit seiner Behauptung offenbar nichts anderes im Sinne gehabt, als eben die Tatsachen unserer Formel: nur sah er sie einseitig und mußte sie einseitig sehen, weil ihm noch eine Reihe von Beobachtungen fehlte. Es ist allerdings in gewissem Sinne unbestreitbar, daß mit der Annäherung des Auges der Phaseneindruck kürzer wird, aber doch nur relativ und ganz sekundär: nie und nimmer aber kann diese Kürze die Ursache der Verzerrung genannt werden, obwohl sie bei konstanter Geschwindigkeit zweifellos das Symptom, das sichere Kennzeichen einer solchen ist. Das gilt in demselben Sinne, in dem auch sonst unter der Voraussetzung gleicher Geschwindigkeit die Länge der Zeit, die die Zurücklegung eines beliebigen Weges erfordert, zugleich ein sicheres Kennzeichen und sogar ein Maß der Länge des Weges ist: so etwa wird auch das streifenförmige Verzerrungsbild, das ein glimmender Span erzeugt, seiner Länge nach von der Zeit abhängig sein, die zu seiner Herstellung nötig war — sofern nämlich über die Geschwindigkeit, mit der die Netzhautreizung stattfinden soll, genaue Vorschriften bestehen. Kürze des Lichteindrucks bei vorgeschriebener Geschwindigkeit oder auch nur (wie speziell in unserem Falle) bei einem vorgeschriebenen Geschwindigkeitsverhältnis ist hier eben nichts als ein anderer Ausdruck für die Reizung eines kleineren Netzhautbezirkes, nimmermehr aber ist sie gleichbedeutend mit Kürze des Phaseneindrucks überhaupt.

Dagegen lassen sich die Fischerschen Beobachtungstatsachen ganz unmittelbar als Folgerungen aus unseren Formeln begreifen.

Die Evidenz ist zwingend, wir können geradezu Formel (V) als die Formel der Stampferschen Scheibe und Formel (VI) als Dädaleumformel[1]) bezeichnen. Bringen wir das Auge direkt vor die Spaltscheibe, so wird in der Scheibenformel h gleich 0, mithin auch $x = 0$, d. h. es tritt keine Verzerrung ein.

Zweitens: Treten wir weiter und weiter zurück, so wächst h und damit zugleich x, d. h. die Kreise verlängern sich immer mehr, bis sie schließlich bei sehr großer Entfernung einen einzigen geschlossenen Ring bilden. Fischer, der mit zwölf Kreisen operierte, deren jeder einen anderen Abstand von der Scheibenmitte hatte, beobachtete ganz dasselbe und drückt es so aus: »Könnte man aus dem Unendlichen die beiden in gleicher Bewegung begriffenen Scheiben betrachten, so würde man offenbar nur zwölf dunkle Ringe sehen, vorausgesetzt, daß die Spalte gerade vertikal vor die Bilder gebracht sind; denn es würde dann jedes Bild immer in Sicht bleiben, genau so, als wenn wir die Bildscheibe allein während der Rotation betrachteten[2]).« Das ist vollkommen richtig, denn setzen wir $h = \infty$, so wird x und damit auch $d = \infty$, wir bekommen also dieselbe Erscheinung wie die, welche eintritt, wenn a den Wert 0 annimmt. In der Tat wird durch Verkleinerung des Abstandes der beiden Scheiben derselbe Effekt erzielt, wie durch Entfernung des Beobachters.

Nun aber behauptet Fischer noch dieses: beim Dädaleum werde die Erscheinung viel besser gesehen, wenn das Auge entfernt sei: die Sachlage wäre also hier gerade umgekehrt wie bei den gleich gerichteten Scheiben. Die Zeit, in der das simultan gesehene Bild vor dem Auge vorübergleitet, wird jetzt um so kleiner, je mehr sich der Abstand des Beobachters vom Apparate vergrößert, die Reizdauer in jenem hier allein möglichen Sinne nimmt also nunmehr mit der Entfernung ab: und da die kurze Eindrucksdauer nach Fischer günstig wirkt, so folgt in der Tat, daß sich die Erscheinung verbessert, wenn der Abstand des Beobachters zunimmt[3]). Man sieht, Fischers Behauptung stimmt ausgezeichnet zu seiner

[1]) Die Modifikation, welche sich daraus ergibt, daß die Bilder und Spalte des Dädaleums sich nicht geradlinig bewegen, ist praktisch bedeutungslos.

[2]) a. a. O. S. 131.

[3]) a. a. O. S. 131 und besonders S. 132, Mitte.

Theorie — aber sie stimmt dieses Mal nicht mehr zu den Tatsachen; und wir kennen bereits diese Tatsachen: es war ja eine unserer Beobachtungen, daß die im Dädaleum exponierten Kreise eine deutliche seitliche Pressung erfuhren und sich schließlich in Ellipsen verwandelten, sobald sie mehr und mehr aus der Ferne betrachtet wurden[1]). Da solche Verzerrung natürlich die reinliche Wirkung der stroboskopischen Bilder schädigt, so folgt, daß die Entfernung des Beschauers einen ungünstigen Einfluß ausübt — genau wie bei der Stampferschen Scheibe. Und so muß es sein: lassen wir in der Dädaleumformel h wiederum gleich o werden, so wird auch hier $x = o$, d. h. es tritt bei unmittelbarer Nähe des Beobachters keine Verzerrung ein. Wächst dagegen h, so wächst auch x, und das eben besagt die Beobachtung.

Endlich die Hauptsache: unsere Formel zeigt vor allem, daß die Größe, um die der jeweils gesehene Kreis verzerrt erscheint, bei gegengleicher Bewegung viel langsamer zunimmt als im Falle der gleichsinnig rotierenden Scheiben. Auch bei einem relativ großen Abstande des Beobachters zeigt das Dädaleum eine nur wenig merkbare Veränderung des Bildes. Die gewöhnliche Entfernung, aus der die stroboskopischen Apparate betrachtet werden, wird gewiß an das Vierfache des Abstandes, den die Spalten von dem Streifen haben, nicht heranreichen, und doch erscheint hier im Falle gegengleicher Rotation der Kreisdurchmesser nur um $\frac{4}{9}$ des normalen verkürzt. Die gleichsinnig bewegten Scheiben dagegen zeigen unter denselben Umständen eine Verlängerung um das Vierfache. Am auffallendsten ist der Unterschied natürlich bei sehr großen Entfernungen: denn selbst bei unendlicher Entfernung würde das Dädaleum noch immer eine begrenzte Figur zeigen, und der Kreisdurchmesser wäre nur um die Hälfte verkleinert!

Fischer erwähnt noch, daß bei »unendlicher Entfernung« die Anzahl der gesehenen Dädaleumbilder sich verdoppelt. Der Grund, der richtig angegeben ist, liegt in jener einfachen Tatsache, die wir schon bei der Faradayschen Rädertäuschung[2]) erwähnten. Zwei mit gegengleicher Geschwindigkeit rotierende Speichen oder Radien

---

[1]) Vgl. oben S. 424.
[2]) Vgl. oben S. 403.

weisen während eines Umlaufs notwendiger Weise zwei Koinzidenzpunkte auf: den Radien entsprechen hier die Bilder einerseits und die Spalten andererseits. —

Es versteht sich von selbst, daß die Anwendung unserer Formeln empirischen Beschränkungen unterworfen ist; die Größe h kann praktisch weder $= \infty$ noch $= 0$ werden, auch stellte sich bei unseren Versuchen über die Abstandsvergrößerung heraus, daß schon, wenn die Größe a den Wert 80 cm erreicht hatte, nichts mehr von Verzerrung bemerkt werden konnte, theoretisch hätte sich $\frac{7}{30}\, d$ ergeben müssen. Schon relativ starke Verzerrungen bleiben also unbemerkt: es unterliegt keinem Zweifel, daß hier die zunehmende Undeutlichkeit der gesehenen Bilder von Bedeutung wird. Es schien mir ferner von Wert, den Einfluß von Veränderungen der Spaltweite zu untersuchen: ich fand hier bestätigt, was schon von Stampfer und Poggendorff hervorgehoben war: wird der Spalt verengert, so treten die Konturen schärfer hervor. Mit diesem Vorteil ist aber ein Nachteil verbunden, der sehr ins Gewicht fällt: die Figur wird noch lichtschwächer, als sie ohnehin schon ist. Am zweckmäßigsten zeigte sich bei mittleren Entfernungen eine Spaltweite von etwa 7 mm.

VIII. Gegensatz von Ruheeffekt und Bewegungswahrnehmung.

Noch habe ich über die dritte Versuchsreihe zu referieren. Hier bewegte sich, wie wir wissen, die Bildscheibe allein. Alle sonstigen Verhältnisse waren wieder die zu Anfang geschilderten. Was hier zu sehen war, wurde von meinen Beobachtern als ein »Vorbeihuschen« am Spalte bezeichnet. Von einem deutlichen Erkennen der Figur war bei größeren Geschwindigkeiten keine Rede; wenn aber die Bewegung verlangsamt wurde, traten andere Erscheinungen auf als die S. 428 erwähnten und von Zöllner und Helmholtz beschriebenen. Statt der erwarteten Ellipse erschien ein sehr verschwommenes Gebilde, das einigermaßen der Erscheinung bei rascher Bewegung entsprach und nur dadurch ausgezeichnet war, daß es entweder oben oder unten einen meniskusartigen Aufsatz hatte: oben befand er sich, wenn die Bewegung nach unten und unten, wenn sie nach oben gerichtet war. Der Grund des abweichenden Ergeb-

nisses lag offenbar in den veränderten Versuchsbedingungen: denn Zöllner ging nicht von der Bewegung nach einer Richtung aus, sondern von einer Hin- und Herbewegung. Um dieselbe Anordnung herzustellen und zugleich exaktere Ergebnisse zu ermöglichen, bediente ich mich des bekannten, sonst zu Reaktionsversuchen benutzten Spaltpendels, das ich jedoch ohne Benutzung der Elektromagneten frei hin- und herschwingen ließ. Die Dauer der Schwingungen konnte ich durch Verschiebung des Laufgewichts, das sich auf der anderen, oberhalb der Drehungsachse gelegenen Seite befand, bequem variieren; da sich auch die in Frage kommenden Amplituden beliebig verändern ließen, so waren alle Größen bestimmbar, die es erlaubten, vergleichbare Werte zu gewinnen. Der Spalt des Pendels wurde durch eine schwarze Pappscheibe verdeckt, auf der das Objekt aufgetragen war. Dieses bestand wiederum aus einem weißen Kreise von 2 cm Durchmesser, in die Kreisfläche war ein liegendes Kreuz eingezeichnet, in Gestalt zweier aufeinander senkrechter Durchmesser.

Die Entfernung von Spalt und Beobachter betrug wieder 35 cm, die von Spalt und Pendel dagegen nur 3,5 cm.

Ein Nachteil dieser Versuche war natürlich die ungleichmäßige Geschwindigkeit des Objekts, doch schien er mir bei der Kleinheit der betrachteten Strecken nicht allzusehr in Frage zu kommen. —

Nun zeigte sich in der Tat eine der Zöllnerschen analoge Erscheinung, die sich am auffälligsten in der Veränderung der von den beiden Durchmessern gebildeten Winkel kundgab: sie wurden bald spitzer, bald stumpfer, je nachdem eine Zusammenpressung vorlag oder eine Dehnung. Es handelt sich also um recht eigenartige Dinge — aber sie haben uns hier nur in einer Hinsicht zu beschäftigen: denn unsere Frage bleibt die bisherige: ob die betrachteten Erscheinungen eine Grundlage zu stroboskopischen Versuchen abgeben können oder nicht. Bei der allgemeinen Undeutlichkeit des Phänomens mußte ich mich übrigens auf folgende vier Winkelgrößen beschränken:

$$1) > R \qquad 2) = R \qquad 3) = \frac{3}{4} R \qquad 4) = \frac{1}{2} R.$$

Ich begann nun mit sehr schnellen Schwingungen, die ich bald mehr und mehr abstufte, so daß das Objekt immer genauer gesehen werden konnte. Trat dann eine deutlich bemerkbare Änderung der

Erscheinung ein, so bestimmte ich aus zwanzig Schwingungen (während deren ich ständig beobachten ließ) die mittlere Geschwindigkeit. Ich ging dabei von Versuchen mit bewegtem Auge aus und verglich die hierbei gefundenen Werte der Verzerrung mit denen, die sich bei fixiertem Auge und denselben Geschwindigkeiten ergaben. Als Versuchspersonen fungierten die Herren Dr. Urban und Dr. Mittenzwey.

Im einzelnen gestalteten sich die Ergebnisse wie folgt:

Tabelle III.

Nummer	U. Winkelgr. b. bew. A.	Mittl. Geschw.	U. Winkelgr. b. fix. A.	M. Winkelgr. b. bew. A.	Mittl. Geschw.	M. Winkelgr. b. fix. A.	Bemerkungen
1.	?	26,45 cm	?	$\frac{R}{2}$	26,45 cm	?	bewegt
2.	$\frac{R}{2}$	22,76 »	?	$\frac{R}{2}$	23,27 »	?	»
3.	$\frac{3}{4}R$	15,34 »	? $\left(\frac{R}{2}\right)$	$\frac{3}{4}R$	16,08 »	? $\frac{R}{2}$	»
4.	R	12,05 »	$\frac{R}{2}$	fast R	13,21 »	$\frac{R}{2}$	»
5.	R	9,20 »	$\frac{3}{4}R$	R	10,90 »	$\frac{3}{4}R$	»
6.	R	6,03 »	R	R	6,45 »	R	bewegt, aber nicht simultan.
7.	$>R$	4,23 »	$>R$	$>R$	4,23 »	$>R$ (stumpfer als b. bew. A.)	bewegt, aber nicht simultan.

Überblicken wir diese Tabelle, so gewinnt es fast den Anschein, als würden die prinzipiellen Unterschiede dieser Versuche von den zuvor betrachteten durch wichtige Übereinstimmungen aufgewogen. Wir erhalten wiederum die Erscheinung der Zusammenpressung wie beim Anorthoskop und bei sehr langsamer Bewegung, auch eine Auseinanderzerrung wie bei den gleichsinnig bewegten Scheiben.

Helmholtz hat nun wirklich den Versuch gemacht, diese Täuschung, wenigstens soweit es sich dabei um simultan gesehene Objekte handelt, auf die anorthoskopischen Tatsachen zu reduzieren. Das wäre in der Tat eine einfache Erklärung: denn wenn das Auge

den Bewegungen des Objektes folgt, so muß nach bekanntem Gesetz die Geschwindigkeit des Netzhautbildes geringer werden, während der Spalt eine scheinbare Bewegung im entgegengesetzten Sinne erhält — und damit sind allerdings anorthoskopische Verhältnisse geschaffen.

Darauf ist zunächst zu erwidern, daß unsere Versuche — übrigens in Übereinstimmung mit ganz anderen Experimenten[1]) aus neuester Zeit und Zöllners eigenen Anschauungen — aufs deutlichste zeigen, daß auch bei Fixation Verzerrungen auftreten. Unsere Tabelle sagt dazu noch folgendes: die Augenbewegung (d. h. das Verfolgen des Objekts mit dem Auge, das ohne künstliche Fixation mehr oder minder immer stattfindet) fördert die Erscheinung insofern, als sie ihr erlaubt, sich schon bei relativ großen Geschwindigkeiten geltend zu machen. Hier hat das fixierte Auge nur den ganz unbestimmten Eindruck des Vorbeihuschens, den ich in der Tabelle durch ein Fragezeichen angedeutet habe. Sobald aber die Erscheinung nur überhaupt eingetreten ist, zeigt sie sich bei Fixation sogar in stärkerem Maße als bei bewegtem Auge. Auch ist das, was in diesem Falle gesehen wird, keine eigentliche Ellipse, wie beim Anorthoskop, sondern eine Figur mit scharfen Ecken, nämlich annähernd das durch den Spalt jeweils abgeschnittene Flächenstück, nur mit abgerundeten seitlichen Begrenzungslinien. Damit wird in Zusammenhang stehen, daß die Erscheinung durch Vergrößerung der Spaltweite abgeschwächt wird und, sobald diese den Durchmesser des Kreises erreicht hat, sogar völlig aufhört[2]).

Doch das alles ist nebensächlich; der Nachdruck muß darauf gelegt werden, daß in allen diesen Versuchen das Objekt niemals mehr in Ruhe gesehen wird, wie stets bei den anorthoskopischen Erscheinungen, sondern in Bewegung und zwar unter allen Umständen, mögen nun Augenbewegungen beteiligt sein oder nicht. Steht damit aber nicht im Widerspruch, daß die Zusammenpressungserscheinungen simultan gesehen werden, also ohne Sukzessionsbewußtsein,

[1]) C. C. Stewart, Zöllners Anorthoscopic Illusion: Amer. Journ. of Ps. Bd. XI, S. 240 ff.

[2]) Genauere Experimente hierüber finden sich in der erwähnten Arbeit von C. C. Stewart. Einige eigene Versuche bestätigten diese Beobachtung. Im einzelnen sind übrigens die Ergebnisse der Stewartschen Arbeit dadurch beeinträchtigt, daß auch sie die so wichtige Entfernung des Objektes vom Spalte nicht berücksichtigt.

das doch dem Bewegungseindruck notwendig eigen sein muß? Natürlich kann es sich hier nur um eine begriffliche Unklarheit handeln. Das Bewußtsein der Sukzession und das der Simultanität schließen sich, sobald sie nur richtig bezogen werden, keineswegs aus. Wir sprechen von Bewegungseindruck und damit von Sukzession, sobald wir den Vorgang als solchen hervorheben. Das hindert aber nicht, daß der bewegte Gegenstand in einem Momente dieses Vorgangs als simultanes Ganze wahrgenommen wird.

Ich betone hierbei das Wort Gegenstand. Es wäre ganz verkehrt, in diesem Zusammenhang auf Reize zu rekurrieren. Denn wir wollen ja zeigen, warum wir in unserem Falle Bewegung sehen, in anderen dagegen Ruhe. Reizverschiebungen auf der Netzhaut aber vertragen sich aufs beste mit der Wahrnehmung ruhender Gegenstände. Es gibt dafür gar kein besseres Beispiel als unsere Versuche mit gleichgerichteter Bewegung von Bild und Spalt. Auch hier durchwandert ein und derselbe Reiz verschiedene Netzhautpunkte — sonst wäre ja die Auseinanderzerrung nicht möglich —, das Objekt aber erscheint gleichwohl nicht in Bewegung.

Nun wird man sagen: bei diesen Erscheinungen ändert die Nachbildwirkung die Situation: die relativ kurze Dauer der Reizbewegung wird durch die viel längere Zeit überwogen, in der uns ein Komplex von Reizen als simultanes Ganze gegeben ist. Allein schon die alltägliche Erfahrung zeigt, daß das keineswegs ausreicht. Wird in der Dunkelheit ein glimmendes Holzstück zur Erde geworfen, so sehen wir seine Fallbewegung trotz des feurigen Streifens, den es nach sich zu ziehen scheint, und der auch nach Beendigung des Vorgangs gleichsam als dessen sichtbare Spur noch kurze Zeit erhalten bleibt. Das wird allgemein gelten: auch sonst sehen wir bei rasch bewegten Gegenständen, die solche »Nachbildstreifen« hinterlassen, weder ausschließlich Bewegung, noch ausschließlich Ruhe, sondern beides zumal. Freilich: einer der beiden Eindrücke wird stärker hervortreten, und es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß dieser der Bewegungseindruck sein muß. Natürlich: denn der Nachbildstreifen ist kein selbständiges Gebilde neben dem bewegten Objekte und vor allem erscheint er uns in dieser Weise ganz unmittelbar: er gilt ohne weiteres als bloße Spur des Bewegten, als abhängig vom Gegenstande oder von ihm erzeugt, kurz er erhält den Charakter des Tran-

sitorischen, während ihm der bewegte Gegenstand als das permanente Element gegenübertritt.

Und doch bewirken relativ geringe Abänderungen eine vollständige Umkehrung der Sachlage. Der Gegenstand sei ein homogenes Quadrat, das sich — bei sonst völliger Dunkelheit allein erleuchtet — in der Richtung einer seiner Seiten bewegt und zwar über eine genau vorgeschriebene Strecke. Es ist nun klar, daß der dadurch erzeugte Eindruck auch dann noch bestehen bleibt, wenn nicht das Quadrat sich selber bewegt, sondern an seiner Stelle ein quadratischer Lichtfleck — wie ihn ein Projektionsapparat leicht erzeugen kann — bewegt wird und die Bewegung über einen homogenen Streifen erfolgt, der genau der Bahn der ursprünglichen Figur entspricht und auch ebenso gefärbt ist. Man kann hier schon geneigt sein, den transitorischen Charakter des Nachbildes in Frage zu ziehen, aufgeben aber muß man ihn, sobald der real gegebene Streifen seiner Homogenität beraubt ist, also sich etwa aus verschiedenfarbigen Flecken zusammensetzt oder auch nur eine geringe Formveränderung erfahren hat. Denn nunmehr erscheinen die Reize, aus denen der Nachbildstreifen besteht, als stillstehender, momentan belichteter Gegenstand. Mit anderen Worten: sie sind jetzt das permanente Element der Erscheinung geworden, während dem bewegten Lichtfleck transitorische Eigenschaften zukommen. Uns erscheint eben dasjenige unmittelbar als permanent, was uns aus der Erfahrung als permanent bekannt ist: in dem ursprünglichen Falle ist das der bewegte, in dem eben betrachteten der ruhende Gegenstand. Wir sehen also — wenn der Ausdruck erlaubt ist — unsere früheren Erfahrungen über Aussehen und Gestalt von permanenten Objekten in die gegenwärtige Wahrnehmung hinein, so daß es sich letzten Endes um einen Assimilationsprozeß handelt — wie ja nach Wundt unsere gesamten Wahrnehmungen von solchen Prozessen durchgezogen sind[1]).

Aus alledem aber folgt, daß es ganz gleichgültig sein muß, ob die Gestalt des für ruhend gehaltenen Objektes wirklich als permanentes Gebilde vorhanden ist, oder ob sie im Moment der Wahrnehmung auf Grund kinematischer Beziehungen jedesmal erzeugt

---

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psychologie, 5. Aufl. 3. Bd., S. 529 und an vielen anderen Stellen seiner Werke.

wird. Und nun erst ist völlig klar geworden, warum physikalische Gegenstände bzw. die ihnen entsprechenden Reize trotz objektiver und eventuell sogar reizbarer Bewegung als ruhende Gebilde aufgefaßt werden können, wie dies beim Anorthoskop, Dädaleum und der Stampferschen Scheibe unter den bisher betrachteten Bedingungen tatsächlich der Fall ist. Überall hier macht sich die Reizverschiebung für die Wahrnehmung unmittelbar geltend, nur eben in erster Linie nicht als Verschiebung, sondern als Verzerrung[1]).

Zugleich sei noch einmal betont, daß stets simultanes Sehen des Objektes Voraussetzung ist. Statt dessen können wir jetzt sagen: es muß ein Nachbildstreifen vorhanden sein, dessen Größe der des Objektes mindestens gleich kommt. Es ist aber zweckmäßig, ihn größer zu wählen. Denn der gleitende Spalt macht auch die Unterlage — also die Nachbarschaft — des Objektes sichtbar, und wenn sich deren Bewegung verrät, so kann durch assoziative Übertragung dieses Eindrucks leicht der Gesamteffekt gestört werden. Freilich können dieser Störung andere Umstände wieder entgegen wirken. Beides wird uns noch in anderem Zusammenhang experimentell beschäftigen.

Auch die Vorgänge bei ruhendem Spalt sind nun noch besser zu verstehen. Ihr Hauptunterschied von den eben besprochenen besteht, wie schon früher hervorgehoben, in der Tatsache, daß hier dauernd zwei feste Punkte gegeben sind, zwischen denen die Bewegung erfolgt. Was aber sehen wir in Bewegung? Zweifellos nicht das physikalisch gegebene Objekt; denn dieses können wir ja infolge der Enge des Spaltes überhaupt niemals vollständig wahrnehmen. Es werden also stets nur Teile von ihm gesehen: zugleich wissen wir[2]), daß homogene Flächen an sich betrachtet den Bewegungseindruck ausschließen und, da auch unsere Figur wenigstens annähernd als homogen gelten kann, so folgt, daß im Grunde nur ihre Ränder für uns zu unmittelbaren Trägern der Bewegung

---

[1]) Mit anderen Worten: es kann die Bewegung eines Reizes oder besser Lichtfleckes von seitwärts in das Gesichtsfeld hinein und (nach einem Moment scheinbaren Verharrens) wieder aus ihm heraus deutlich gesehen werden, gleichwohl aber derselbe Lichtfleck unmittelbar als Repräsentant eines dauernd an dieser Stelle verharrenden Gegenstandes aufgefaßt werden. Vgl. die exp. Tatsache S. 474.

[2]) Vgl. oben S. 21 f.

werden. Und weil auf den hinteren Rand kein neuer Reiz mehr folgt, der die Aufmerksamkeit beansprucht, so wird sich dieser deutlicher geltend machen als der vordere: daher rührt der »meniskusartige« Aufsatz in unseren früheren Versuchen. Bei Pendelschwingungen freilich werden rasch hintereinander verschieden gerichtete Bewegungen gesehen, so daß der Meniskus seine Lage beständig wechseln muß. Vermutlich wird sich dann durch Assimilation der vorangehende Eindruck auf den folgenden übertragen, wodurch die Figur auf beiden Seiten dieselbe Begrenzung erhält.

Aber auch die Zusammenpressung folgt aus dieser Betrachtung: denn eben weil die Bewegung der Fläche nicht genügend gesehen wird, muß der Eindruck entstehen, die Figur erfülle den Spalt annähernd in ihrer ganzen Ausdehnung simultan, es muß das durch den Spalt jeweils abgeschnittene Flächenstück gesehen werden: der Kreis scheint in der Richtung der Bewegung zusammengeschoben zu zu sein. Es ist möglich, daß außerdem noch andere Prinzipien hierfür in Frage kommen — für unsere Problemstellung ist das völlig belanglos. Ich denke aber, es ist jetzt aufs deutlichste ersichtlich geworden, daß zwischen diesen Erscheinungen und den stroboskopischen[1]) sehr tiefgreifende Unterschiede bestehen: auch können Augenbewegungen und damit anorthoskopische Beziehungen nur sekundäre Bedeutung haben. Die an sich sehr eigenartige Tatsache aber, daß bei sehr langsamer Bewegung Auseinanderzerrung eintritt, muß für unsere Betrachtung schon deshalb ausscheiden, weil hier die Grundbedingung aller stroboskopischen Bildprojektion von vornherein fehlt: das Objekt wird auch subjektiv nicht mehr simultan wahrgenommen.

Noch habe ich endlich einen zweiten Versuch mit dem Spaltpendel zu schildern: man erinnert sich, daß bei den tachistoskopischen Versuchen mit ruhender Figur zuweilen ebenfalls Verzerrungen auftraten. Sie verschwanden aber bei Fixation, so daß zu vermuten war, daß Augenbewegungen die Ursache seien. Das Experiment bestätigte dies: Ich ließ jetzt das Pendel offen schwingen, d. h. ich beseitigte den vorderen Spalt; das Objekt aber — es war wieder ein weißer Kreis auf schwarzem Grunde — brachte ich hinten am Ap-

[1]) Genauer muß es heißen: zwischen diesen Erscheinungen und allen denen, die als Grundlage stroboskopischer Bildvorführung dienen können.

parat an, wo es durch den Spalt des Pendels intermittierend erblickt wurde. Ich ließ nun ohne Fernrohr beobachten, aber selbst dann bedurfte es einiger Übung, um die Erscheinung hervorzubringen. War sie aber einmal da, so konnte ich die Augenbewegungen der Beobachter (als solche dienten wieder die Herren Dr. Urban und Dr. Mittenzwey) vollkommen deutlich wahrnehmen. Damit dokumentiert sich die Täuschung als anorthoskopische. Die Augenbewegungen sind nichts als ein tatsächliches Mitgehen mit dem Pendel am Objekte vorbei: also muß nach dem Relativitätsprinzip das Objekt sich in entgegengesetzter Richtung zu bewegen scheinen. Da andererseits die Bewegung des Auges die Spaltgeschwindigkeit nicht wirklich erreicht, sondern sie nur verlangsamt[1]), so muß die schließliche Wirkung die einer entgegengesetzten Bewegung von Spalt und Bild sein, d. h. es müssen anorthoskopische Verschiebungen auftreten.

Damit ist nun auch die zu Anfang erwähnte eigenartige Verzerrungserscheinung erklärt, die sich bei allmählicher Steigerung der Rotationsgeschwindigkeit des Dädaleums kurz vor Beginn des Effektes gelegentlich einstellt. Ist nämlich die Bewegung der Dädaleumspalte langsam genug, um bequem mit dem Auge verfolgt werden zu können, so geschieht dies auch tatsächlich — genau wie in dem eben besprochenen Experiment. Der Spalt verliert mithin scheinbar an seiner Geschwindigkeit, er nähert sich subjektiv dem Stillstande: um so stärker aber muß dadurch die an sich ja schon ziemlich große Bildgeschwindigkeit hervortreten. Es ergibt sich also relativ rasche Bildbewegung bei annähernd ruhendem Spalte, d. h. im ganzen die Bedingungen der Zöllnerschen Täuschung bei simultan gesehenem Objekt, welcher die Figur auch wirklich entspricht.

IX. Das Stroboskop nach Wundt. Prüfung von Fischers und Marbes Resultaten.

Jetzt erst können wir zu den Untersuchungen am Stroboskop selber übergehen.

Mir stand ein außerordentlich exakt gearbeitetes Dädaleum[2]) zur

[1]) Vgl. hierzu die Anm. auf S. 424.

[2]) Es wurde nach Angaben von Herrn Geheimen Rat Wundt vom Mechaniker Zimmermann in Leipzig angefertigt.

Verfügung, dessen Bewegungen mit großer Ruhe und Leichtigkeit erfolgten. So allein nämlich lassen sich die zitternden und schwankenden Bildverschiebungen vermeiden, die sonst fast die Regel bilden und die Erreichung brauchbarer Ergebnisse in hohem Maße erschweren. Außerdem ist es wünschenswert, den Apparat von vornherein so einzurichten, daß sich die Zahl und Weite der Spalte, ihre Entfernung von den Bildern, endlich auch die Anordnung der Bilder selber in möglichst weiten Grenzen variieren lassen. Deshalb fehlte der Zylinder zunächst gänzlich; das Gestell, das übrig blieb, war nur der Boden eines Dädaleums, und selbst dieser war nicht einheitlich,

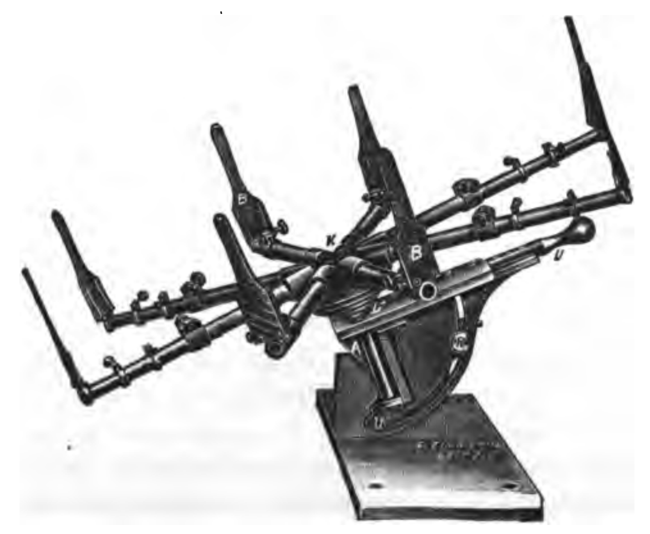


Fig. 2.

sondern bestand bloß aus acht radial verlaufenden Metallröhren, von denen jede noch drei andere engere Röhren in sich barg, die sich herausziehen ließen und dadurch erlaubten, den Durchmesser des Ganzen, der zunächst nur 42 cm betrug, um 60 cm zu vergrößern, d. h. ihm zwischen diesen so bestimmten Grenzen jeden beliebigen Wert zu geben. (Siehe die obenstehende Abbildung.)

Auf diesem Gestell nun, das durch einen Schnurlauf (*L*) in gleicher Weise wie der früher besprochene Apparat bewegt werden konnte, wurden — mittels der Bildträger (*B*) — die Zylinder von der jeweils erforderlichen Größe befestigt: sie bestanden aus dickem Zeichen-

papier, das außen geschwärzt war, und erlaubten jede beliebige Modifikation.

Eine Umlegevorrichtung (*U*) endlich machte es möglich, auch noch die Drehungsachse (*A*) des Apparates ihrer Lage nach zu verändern und mit einem Schlüssel (*R*) in jeden beliebigen Winkel zwischen vertikal und horizontal einzustellen und festzuhalten. Es ist dies für das rasche Einlegen und Auswechseln der Bilder und überhaupt für die technische Handhabung des Apparates von großem Vorteil. Die Beobachtungen bei anderer als horizontaler Rotation ergaben übrigens keinen Unterschied.

Am praktisch bedeutsamsten erwies sich der eigentümliche ausziehbare Boden. Mit seiner Hilfe konnte ich zunächst ohne Schwierigkeit die Versuchsbedingungen herstellen, bei denen ehemals Fischer seine Resultate gewonnen hatte. Fischer arbeitete mit einem Dädaleum, in dessen Mantel — natürlich in gleichen Abständen — 72 Spalte eingeschnitten waren; jeder von ihnen maß in der Breite 3 mm, der Durchmesser des Apparates betrug 76 cm. Ich fand nun die Ergebnisse Fischers, wenigstens was ihr Tatsachenmaterial betraf, im ganzen bestätigt: nicht dagegen diejenigen Marbes, was überraschen muß, da diese sich anscheinend vollkommen an die Fischerschen anschließen. Dabei denke ich zunächst nicht einmal an ihre objektive Richtigkeit oder Unrichtigkeit, sondern nur an die eigene innere Konsequenz.

Wie wir wissen, hält Marbe die »Verschmelzung« für die eigentliche Grundbedingung, eine conditio sine qua non der stroboskopischen Erscheinungen. Aber er geht noch weiter, er macht sie sogar zur einzigen Bedingung, er sagt: »Diejenigen stroboskopischen Erscheinungen, bei welchen es sich nicht um das Sehen bewegter Bilder handelt, beruhen im wesentlichen lediglich auf den Tatsachen des Talbotschen Gesetzes«[1]). Zwar wird gleich darauf für das Sehen bewegter Objekte noch ein anderes und zwar ein psychologisches Prinzip[2]) in Anspruch genommen, doch haben wir zu bedenken, daß Marbe dies alles zu einer Zeit schrieb, in der die Untersuchungen Dürrs noch

[1]) Marbe, a. a. O. S. 398.

[2]) Wie schlecht es freilich mit diesem psychologischen Prinzip bestellt ist, darüber vgl. die folgenden Ausführungen.

nicht vorlagen, die, wie wir schon wissen, auch diesen Rest einer psychologischen Erklärung zu beseitigen suchten. Wir können also — so scheint es wenigstens — es als die heutige Ansicht Marbes hinstellen, wenn wir sagen: Immer wenn durch einen stroboskopischen Apparat, in den Phasenbilder oder andere zur Verschmelzung geeignete Objekte in gehöriger Weise eingestellt sind, eine Verschmelzung der von den Bildern ausgehenden Reize bewirkt wird, muß eo ipso auch der stroboskopische Effekt eintreten (wenigstens wenn die Beobachtung so erfolgt, wie dies normaler Weise der Fall zu sein pflegt). Dieser Satz wird sehr auffällig, wenn man bedenkt, daß Marbe Fischers Resultate gekannt und sogar nachgeprüft hat. Bei Fischer ist, wie wir wissen, nicht bloß von einer Minimalgeschwindigkeit die Rede, unter der der Effekt nicht eintritt, sondern von deren zwei. Das heißt: ist die Erscheinung erst einmal eingetreten, also die obere Grenze überschritten, so besteht die Tendenz die Täuschung auch dann noch festzuhalten, wenn bei allmählicher Verlangsamung der Rotation die ursprünglichen Bedingungen ihres Eintritts gar nicht mehr vorhanden sind. Zeigt das nicht deutlich genug, daß es sich hier um mehr handeln muß, als um einen bloßen Verschmelzungsprozeß?

Ferner hatte Fischer gezeigt, daß unter sonst gleichen Bedingungen das Auf- und Abschwingen der Punkte um so früher, d. h. bei um so geringerer Geschwindigkeit, eintrat, je weniger Punkte durch eine Blendvorrichtung dem Beschauer sichtbar gemacht waren: so stieg der Wert von 0,133 Sek., der sich als obere Zeitgrenze ergab, wenn zwölf Punkte nebeneinander sichtbar waren, durch Isolierung eines einzigen Punktes auf 0,210 Sek. In Konsequenz der Marbeschen Anschauung kann das allein bedeuten, daß der Eintritt der Verschmelzung durch Abblendung eines Teiles des Gesichtsfeldes begünstigt wird. Diese unsinnige Folgerung zieht Marbe natürlich nicht, sieht sich dafür aber genötigt, in diesem Punkte nun doch die Position der Alleingültigkeit des Talbotschen Gesetzes aufzugeben: er akzeptiert hierfür sogar Fischers psychologische Theorie, von der wir noch sprechen werden.

Man fragt sich: wenn bei minimalen Geschwindigkeiten psychologische Faktoren in entscheidender Weise mitsprechen, warum sollen sie dann bei größeren Geschwindigkeiten so ganz ausgeschlossen sein?

Im übrigen kann sich jedermann sogar ohne Stroboskop überzeugen, daß die bloße Verschmelzung zur Erzeugung eines stroboskopischen Effektes nicht ausreicht. Wenn wir einen Episkotister vor einer Lichtquelle rotieren lassen, so können wir bekanntlich durch den Episkotister hindurch die Lichtquelle nebst ihrer Umgebung genau wie auch sonst betrachten: sie erscheint als ein zusammenhängendes Ganze und nur von einem dünnen »Schleier« überzogen, der natürlich ihre Intensität abschwächt. Ich nehme dabei an, daß die so gesehenen Objekte ruhen: für langsame Bewegungen aber gilt ganz dasselbe. Wenn etwa der Beobachter seine Hand mit sehr geringer Geschwindigkeit hinter dem Episkotister hin- und hergleiten läßt, so sieht er diese Bewegung wie jede andere ohne das geringste von dem Phasenausfall, der hier doch zweifellos stattfinden muß, zu bemerken. Erst wenn die Bewegung rascher wird, ändert sich die Erscheinung.

Was hier vom Episkotister gesagt wurde, läßt sich natürlich auf jede beliebige Spaltscheibe eines Stroboskops übertragen: auch hier sehen wir langsame Bewegungen durch den entsprechenden Schleier hindurch wie gewöhnlich, das heißt also: wir sehen eine genügend langsame Bewegung des Bildstreifens von geringer Verdunklung abgesehen eben so gut wie auch sonst, oder: trotz aller Verschmelzung ist die Erscheinung genau so, als ob wir von oben in den Apparat hineinsähen. Und eben dasselbe hat sicherlich auch Fischer im Auge, wenn er sagt[1]), der Beobachter habe (sogar bei relativ großen Geschwindigkeiten) nicht selten »den eingelegten Streifen durch die Fenster hindurch sich mit all seinen Phasenbildern herumdrehen sehen.«

Es ist in der Tat nicht wohl anzunehmen, daß diese Tatsachen Marbe, für den doch die Erforschung solcher Verschmelzungsphänomene fast zu einem Teile seiner Lebensaufgabe geworden ist, verborgen geblieben sind. Auch scheint es bisweilen wirklich, als sei der Hinzutritt noch anderer Gesetzmäßigkeiten auch für ihn eine ganz selbstverständliche Sache: so heißt es gleich zu Anfang: ». . . . bei allen stroboskopischen Versuchen werden dem Auge sukzessive Gesichtsreize geboten, von denen eine Reihe zunächst einmal ver-

[1]) a. a. O. S. 139.

schmelzen muß, wenn von einem stroboskopischen Effekt die Rede sein soll«. Die Worte »zunächst einmal« wären natürlich sinnlos ohne den Gedanken an eine noch hinzutretende neue Erscheinung. Leider findet sich in allem, was weiterhin folgt, gerade hierüber nichts — nicht einmal in polemischer Absicht ist ein anderes Prinzip erwähnt als die Verschmelzung: denn was sonst noch herangezogen wird, bezieht sich gar nicht auf den stroboskopischen Effekt als solchen, sondern — wie Marbe ausdrücklich hervorhebt — nur auf die Bewegungsphänomene.

Jedenfalls kann mein Hinweis auf die Tatsache, daß die Verschmelzungsphänome nicht die alleinige Bedingung der stroboskopischen Täuschungen sind, nicht einmal den Anspruch erheben, neu und eigenartig zu sein, ich wiederhole, soweit ich bei dieser negativen Formulierung bleibe, nur allbekannte Dinge. Also weiß wohl auch unser Autor davon: nur hält er sie offenbar für Selbstverständlichkeiten, die der Erwähnung gar nicht bedürfen; das Entscheidende bleibt ihm die Verschmelzung. Was ich hiergegen zu sagen habe, findet seinen Platz an einer anderen Stelle; für jetzt seien nur kurz drei weitere besonders grobe Irrtümer richtig gestellt, die noch hierher gehören. Daß bei gleicher Rotationsrichtung der stroboskopischen Scheiben die Bilder an einem größeren Retinastück vorbeieilen[1]), ist zunächst richtig bemerkt, auch kann man die Auseinanderzerrungen, die dabei entstehen, zur Not mit Marbe als Annäherungen an Linien bezeichnen; wenn es aber dann weiter heißt, daß diese Annäherung bei entgegengesetzter Drehungsrichtung in geringerem Grade stattfindet, so ist das so falsch wie möglich: es handelt sich in diesem Falle, wie wir wissen, vielmehr um den umgekehrten Vorgang, um Zusammenpressung.

Eine andere Behauptung zeigt unseren Autor als Mathematiker. Bei gegengleicher Rotationsrichtung der Scheiben soll die Bilderzahl sich deshalb verdoppeln, »weil hier nach Drehung um $\frac{\pi}{2n}$ immer ein neues Phasenbild sichtbar wird«. Der wahre Grund liegt, wie wir wissen, darin, daß zwei Punkte, die von einer gemeinsamen Ausgangsstelle mit gegengleicher Geschwindigkeit über eine Kreisperipherie bewegt werden, sich nach Zurücklegung eines Halbkreises wieder be-

[1]) a. a. O. S. 397.

gegnen müssen[1]). Daraus ergibt sich aber für n Punkte der Wert $\frac{\pi}{n}$! Marbes Formulierung würde ja eine Vervierfachung der Bilderzahl involvieren. Man wird meinen, das sei ein Versehen oder gar ein Druckfehler. Dem ist aber nicht so, denn es heißt weiter, daß das Auge bei gleicher Rotationsrichtung erst nach Drehung der Scheiben um $\frac{\pi}{n}$ ein neues Phasenbild erblickt. Das ist nun völlig verkehrt. Denn unter den fraglichen Bedingungen — es handelt sich ja immer um gleiche Geschwindigkeiten — gibt es im Gegensatz zur gegengleichen Rotation gar keinen reellen Koinzidenzpunkt beider Scheiben. Der scheinbare aber, der allein in Frage kommt, hat natürlich überhaupt keinen festen Wert, da er unter anderem von der jeweiligen Entfernung der beiden Scheiben abhängt. Der Weg von einem Koinzidenzpunkt zum anderen muß aber jedenfalls größer sein als $\frac{2\pi}{n}$, da selbst dieser Wert nur unter solchen Umständen erreichbar ist, die den empirischen Bedingungen der Stroboskopie widersprechen. Die Angabe Marbes wird also nicht einmal dann richtig, wenn man annimmt, er habe etwa die Größen π und 2π mit einander verwechselt! Doch alles das soll ja nur eine Interpretation der Fischerschen Ergebnisse sein, auf welche ausdrücklich verwiesen wird. Werden wir dann nicht dieselbe Behauptung auch bei Fischer finden? Nicht im mindesten: dort steht ganz richtig $\frac{\pi}{n}$ als der entsprechende Wert für die gegengleich rotierenden Scheiben, und für die gleichgerichtete Bewegung fehlt, wie begreiflich, die mathematische Formulierung überhaupt. Es handelt sich also bei Marbe um eine »Verbesserung« Fischers aus eigener Initiative, d. h. um freie Erfindung.

Endlich wird versucht, eine wichtige Regel, die Fischer auf empirischem Wege gefunden hatte, als unmittelbare Folge des Talbotschen Gesetzes hinzustellen. Hiervon war schon die Rede[2]): auch die petitio principii, mit deren Hilfe Marbe erreicht, was er erreichen will, war schon hervorgehoben: er faßt nämlich den stroboskopischen Effekt a priori als Verschmelzung! Doch es sei das für den Augen-

[1]) Vgl. oben S. 403.

[2]) S. 33 f.

blick einmal wirklich zugegeben. Dann beweist Marbes Gedankenführung aber noch immer nichts für die Richtigkeit von Fischers Gesetz.

Der Ausgangspunkt ist dieser: Das Dädaleum läßt ohne Unterbrechung und in periodischem Wechsel zwei Reize auf das beobachtende Auge wirken: erstens je ein Phasenbild, den Spaltreiz also, zweitens aber den dunkleren Lichtreiz, der immer hinter jedem Spaltreiz vom Mantel des Apparates selber ausgeht. Aus diesen beiden Reizen entsteht nun hier wie in allen solchen Fällen um so leichter eine konstante Mischempfindung, je mehr — unter sonst gleichen Umständen — die Wirkungsdauer des einen Reizes im Verhältnis zu der des anderen zurücktritt, oder in Marbes Worten: Die kritische Periodendauer für sukzessive periodische Reize ist um so größer, je größer[1]) die Differenz der Dauer dieser Reize ist. Diese Differenzvergrößerung läßt sich natürlich auf zwei Wegen erreichen: erstens können wir die Dauer der Spaltreize noch mehr gegen die der dunklen Reize zurücktreten lassen, als dies ohnehin schon der Fall ist — das würde (unter der obigen Voraussetzung) allerdings das Fischersche Gesetz ergeben. Zweitens aber könnten wir auch die dunklen Reize mehr und mehr zurücktreten lassen: gehen wir von einer Versuchsanordnung aus, in der beide Reize immer gleich lange wirken, so ergäbe sich nunmehr, daß eine weitere Vergrößerung der Spaltreize den stroboskopischen Effekt begünstigt. Das wäre aber genau das Gegenteil des Fischerschen Gesetzes!

X. Die »Verschmelzung«.

All das führt auf die Hauptfrage. Von Verschmelzung ist immer die Rede. Was aber verschmilzt eigentlich? Die Phasenbilder oder die Lichtreize, die vom Apparat aus unser Auge treffen? Beides scheint auf ganz dasselbe hinauszulaufen. In Wahrheit handelt es sich um völlig verschiedene Dinge. Für Marbe aber fallen sie zusammen. Er ist anscheinend der Meinung, es werde jedesmal mit dem Spalte zugleich auch das Bild dargeboten. Wie aber aus unseren Beobachtungen wohl jetzt schon folgt, wird jedes der Bilder zwar

[1]) a. a. O. S. 398. Dort heißt es allerdings umgekehrt »je geringer«, ein offenbares Versehen, die richtige Formulierung befindet sich S. 387.



auch sukzessiv, aber doch in anderer Weise exponiert als die Spalte: es wirkt nämlich als permanent gegebene, ruhende Einheit. Nehmen wir an, der stroboskopische Effekt sei eingetreten und die applizierten Reize vollkommen verschmolzen. Sind damit zugleich auch die Bilder verschmolzen? Zweifellos nicht, oder genauer: wenn man schon von Verschmelzung reden will, so hat das Wort hier einen ganz anderen Sinn. Bei unbewegtem Apparat heben sich die einzelnen Spalten deutlich von ihrer dunklen Umgebung ab — besonders, wenn sie von innen beleuchtet werden, wie wir annehmen wollen. Ist aber Verschmelzung eingetreten, so kann weder von den Spalten noch von den Wänden zwischen ihnen etwas bemerkt werden, sondern beide bilden eine einzige homogene Einheit. Ganz anders die Bilder: sie zeigen nichts weniger als eine solche Einheit: vielmehr erscheinen sie hinter diesem durchsichtigen Kontinuum, aber durchaus nicht »verschmolzen«, sondern im Gegenteil als einzelne, deutlich unterschiedene Bilder. Während die Konturen der Spalten verschwunden sind, sind die der Bilder vorhanden und recht gut erkennbar. Kurz: ebensowenig wie ein rotierender Episkotister jemals eine Verschmelzung der Reize zustande bringen kann, die von den hinter ihm sichtbaren Gegenständen ausgehen, braucht eine Verschmelzung der Spaltreize eine solche der stroboskopischen Bilder zu bewirken oder mit sich zu bringen. Freilich: in beiden Fällen wird erreicht, daß tatsächlich vorhandene Unterbrechungen uns nicht zum Bewußtsein kommen, es wird also der Schein einer kontinuierlichen Folge erweckt: das mag man immerhin Verschmelzung nennen, nur gibt man damit dem Worte eine neue Bedeutung.

Nicht Marbe selbst, sondern sein Schüler Dürr scheint der Erkenntnis dieser wichtigen Tatsache einmal nahe gekommen zu sein[1]). »In dem Auge, — so heißt es bei ihm — das stroboskopische Erscheinungen sieht, gleicht sich nicht die verschiedene Reizung der einzelnen Netzhautbezirke im einen Zeitteil durch die jeweils entgegengesetzte im nächsten Zeitteil vollständig aus. Es bleibt vielmehr die Gesamtreizung der verschiedenen Netzhautbezirke eine verschiedene.«

---

[1]) Dürr, a. a. O. (Philos. Stud. Bd. 15, S. 506.)

Das sind nun freilich zwei bedenklich rückgratlose Sätze: man kann aus ihnen alles und gar nichts herauslesen. Die sukzedierenden Reize also gleichen sich nicht vollständig aus! Aber gleichen sie sich denn überhaupt aus? Was bedeutet denn dieser Ausgleich, von dem vorher niemals die Rede war? Die Wahrheit, die auch Dürr letzten Endes im Sinne hat, ist einzig diese: die fraglichen Reize bewirken keine Mischempfindung, d. h. in Marbes Ausdrucksweise: sie verschmelzen nicht. Freilich: das durfte Dürr nicht sagen, er hätte ja damit seiner, d. h. Marbes Grundanschauung widersprochen. Darum wählte er das matte und nichtssagende Wort »sich ausgleichen«. Auch der zweite Satz ist verschiedener Deutungen fähig. Die Reizung der Netzhautbezirke bleibt verschieden. Ist damit gemeint, daß der Reizvorgang auf der Retina während des stroboskopischen Sehens sich von Moment zu Moment ändert wie bei rotierenden Scheiben vor Eintritt der Verschmelzung? Das wäre falsch, weil zu einseitig: gerade unsere ersten Versuche mit dem Dädaleum, bei denen lauter gleiche Bilder in derselben Höhenlage exponiert wurden, zeigen einen ständig gleichbleibenden Netzhautprozeß. Oder bedeutet der Satz, daß die physikalischen Bedingungen der Netzhautreizung verschieden bleiben? Das ist gewiß richtig, involviert aber nicht den mindesten Unterschied von den rotierenden Scheiben.

Halten wir uns nur an solche Fälle der Stroboskopie, wie sie Marbe und Dürr ausschließlich betrachtet haben, so kann gar kein Zweifel bestehen: hier sind allerdings Verschmelzungen vorhanden und zwar auch Verschmelzungen im Marbeschen Sinne, also Mischungen, sogar vollständige Mischungen; nur ist das, was da verschmilzt oder gemischt wird, nicht die vorgeführte Reihe der Bildreize, sondern das entsprechende beharrende und einheitliche Bild einerseits und die dunklen Reize des Dädaleummantels andererseits. Die Entstehung dieses einheitlichen Bildes aber ist das von der Verschmelzungsfrage ganz und gar unabhängige eigentlich stroboskopische Problem — wie wir im Grunde längst schon wissen.

Fischer sah hier viel klarer: er spricht niemals von Verschmelzung, und wenn er von Nachbilderscheinungen redet, so meint er damit etwas ganz anderes als Marbes Verschmelzung. Als Dauer

des Eindrucks insbesondere gilt ihm die Zeit, während der das einzelne Phasenbild sichtbar ist. Freilich verfiel er dabei in den entgegengesetzten Fehler: das Wesen der Spaltbewegung blieb ihm verborgen und ganz konsequent hielt er deshalb stroboskopische Vorgänge bei ruhendem Spalt für möglich.

Drei Fragen sind bei stroboskopischen Experimenten streng zu scheiden:

Erstens: welche Reize kommen überhaupt in Betracht?

Zweitens: wie bewirkt der gegebene Apparat mit Hilfe dieser Reize den Effekt?

Drittens: worin besteht dieser stroboskopische Effekt überhaupt, und worauf beruht er?

Man erkennt die sekundäre Bedeutung der zweiten Frage: sie bezieht sich auf die Technik der Versuche und steht in gleichem Range etwa mit jener, auf welche Art man die Verbrennung eines gegebenen Stoffes bewerkstelligt: niemand wird behaupten wollen, es sei damit der Verbrennungsprozeß selber erklärt. Die dritte Frage hingegen ist die wichtigste: auf sie beschloß ich mein Hauptaugenmerk zu richten und die zweite nur in soweit zu beantworten, als dies im Interesse der dritten unbedingt geboten schien.

Marbes Untersuchungen dringen nicht einmal völlig bis zur ersten Frage vor. Sie beziehen sich nur auf mehr oder minder interessante Experimente am Stroboskop, über den Mechanismus der eigentlichen Täuschung aber bringen sie ebensowenig Aufklärung, als etwa eine Abhandlung über die Geschwindigkeit der Automobile über den Mechanismus solcher Fuhrwerke Aufklärung zu bringen vermöchte. Das wird sich noch weiter bestätigen.

Die für die stroboskopische Täuschung ausschlaggebenden Tatsachen zu eliminieren, sie aus der verwirrenden Fülle der am Apparat auftretenden Erscheinungen herauszuheben, war mein Ziel. Dazu erwies sich aber der Streifen von 72 Spalten, den Fischer benutzte, als ungeeignet. Ich verringerte daher die Zahl der Öffnungen auf vierundzwanzig. Zugleich erhöhte ich ihre Breite von 3 auf 7 mm. Die Intensität der Reize (die schon bei 2 mm Spaltbreite nicht mehr genügte) wurde dadurch bedeutend verstärkt, ohne daß die Konturen sich merkbar verwischt hätten. Der Durchmesser des Apparates

betrug 70 cm[1]). Das Innere des Zylinders wurde durch eine elektrische Glühlampe erleuchtet. Zwischen Apparat und Beobachter, von beiden etwa 4 cm entfernt, war ein Pappschirm aufgestellt, welcher den Apparat vollkommen verdeckte. In diesem Schirm nun befand sich wieder eine enge (3 mm breite) Öffnung, durch die beobachtet wurde: sie hatte den Zweck, stets ein Bild zu isolieren. Schon Fischer benutzte eine solche Blendvorrichtung — daß sie sich bei ihm im Innern des Apparates befand, tut natürlich nichts zur Sache. In beiden Fällen bieten sich die gleichen Vorteile. Zunächst wirken die Nachbarbilder immer störend auf die Konzentration der Aufmerksamkeit. Dann aber tritt der Effekt (wie Fischer festgestellt hatte) leichter ein, wenn nur ein Punkt gesehen wird. Endlich dient die Vorrichtung auch noch zur Fixation und macht daher das Fernrohr entbehrlich.

Die Verzerrungserscheinungen machen sich bei den Dimensionen des Apparates und der relativ geringen Entfernung des Beobachters in keiner Weise störend bemerkbar.

Ich verdeckte nun sämtliche Spaltöffnungen bis auf eine einzige; ihr gerade gegenüber brachte ich das Objekt an: es war wieder ein kleiner Kreis, nur diesmal von 1 cm Durchmesser und schwarz auf dem natürlich weißen Grunde der Innenfläche des Zylinders. Lassen wir nun rotieren, so wird (wie zu erwarten) wieder das Kommen und Gehen des Bildes gesehen: bei genügend schneller Rotation aber erscheint es ruhend. Es unterliegt keinem Zweifel, daß hier bereits von einem stroboskopischen Effekt gesprochen werden muß und zwar in in demselben Sinne wie früher bei der Rotation zweier Speichen[2]): die Identität besteht zwar auch objektiv, aber sie (d. h. alles, was für uns normaler Weise die objektive Identität ausmacht) ist nicht die Ursache der subjektiv wahrgenommenen. Anders, wenn

---

[1]) Die ersten Versuche wurden mit einem Durchmesser von nur 42 cm angestellt: es handelte sich dabei um die Möglichkeit einer etwaigen »Auslöschung« von Nachbildern: sie führten jedoch zu keinem brauchbaren Ergebnis und sind deshalb hier nicht erwähnt. Auch machten sich bei diesem kleinen Umfang die Verzerrungserscheinungen z. T. störend bemerkbar. Ich habe auch Versuche mit noch größerem Durchmesser als dem im Text angegebenen unternommen: doch erwiesen sich diese großen Dimensionen als unvorteilhaft: besonders aus Gründen der praktischen Handhabung.

[2]) Vgl. oben S. 403 f.

wir mit mehreren Objekten operieren, wie in den ersten orientierenden Versuchen. Schalten wir alle vierundzwanzig Spaltöffnungen ein nebst den zugehörigen ganz und gar gleichartigen Objekten, so unterscheidet sich die Erscheinung, sobald der Effekt vorhanden ist, durchaus nicht von der vorigen: es ist aber jetzt objektiv überhaupt keine Identität mehr vorhanden. Der eine Punkt, der dauernd an derselben Stelle gesehen wird, besteht zeitlich genommen aus allen vierundzwanzig Punkten. Denken wir uns irgendwo ohne Apparat ein Bild aufgestellt, das jemand rasch durch einen Schirm verdeckt und während der Verdeckung mit einem anderen ihm völlig gleichenden vertauscht, so wird sich — wie uns ja bereits bekannt — dem Beobachter der Objektwechsel durch nichts unmittelbar verraten: es wird ihm scheinen, als sehe er ständig (sofern der Vorgang sich nämlich noch öfter wiederholt) denselben Punkt: er wird mit anderen Worten eine Identifikationstäuschung erleben. Es ist klar, daß diese Täuschung um so zwingender werden muß, je geringer die Zeit ist, die die Verdeckung in Anspruch nimmt. Ist sie schließlich so kurz geworden, daß das Bild des schon erblickten Punktes in der Wahrnehmung bis zur Exposition des neuen andauert, so wird die Täuschung offenbar ihren Höhepunkt erreicht haben: ein unmittelbares Identitätsbewußtsein, d. h. eine unmittelbar gegebenen Einheitlichkeit muß vorhanden sein.

Nun brauchen wir nur die menschliche Hand durch eine mechanische Vorrichtung zu ersetzen, und wir gelangen — nicht etwa zum Stroboskop, sondern (wie sich aus früheren[1]) Erörterungen direkt ergibt) zum Kinematographen (bzw. Kinematoskop).

In beiden Fällen sind aber zwei Aufgaben zu erfüllen. Zuerst muß der tatsächliche Wechsel der Objekte verdeckt werden: dazu ist ganz gewiß kein Nachbild- oder Verschmelzungsprozeß erforderlich: solange das Wegschaffen des alten und das Herbeibringen des neuen Bildes andauert, solange übt der Schirm seine Wirkung aus: der Bildtransport bleibt verdeckt — mögen nun Nachbilder vorhanden sein oder nicht. Die zweite Aufgabe aber ist nun, diese Verdeckung ihrerseits wieder dem Beobachter möglichst unbemerkbar zu machen und damit eben jenes unmittelbare Identitätsbewußt-

---

[1]) Vgl. oben S. 413.

sein herbeizuführen. Das geschieht auf zwei Wegen. Zunächst durch Abkürzung der objektiven Verdeckungszeiten: wäre es möglich sie völlig verschwinden zu lassen, so würde dies allein schon genügen, um »Verschmelzung«, d. h. den Eindruck der Kontinuität zu erreichen. Das geht aber nicht an: hier kommt nun die Nachdauer der Reize zu Hilfe. Sie ist imstande die genügend kurze Verdeckung vollständig zu überbrücken, so daß sie zuletzt gar nicht mehr bemerkt wird.

Der auf solche Weise erreichte lückenlose Übergang einer Wahrnehmnng in die andere, diese sich vor unseren Augen vollziehende Verwandlung wäre mit viel größerem Rechte Verschmelzung zu nennen als Marbes Mischungsvorgänge. Reize, die physikalisch genommen in Intervallen aufeinander folgen, führen für unser unmittelbares Bewußtsein zu einer kontinuierlichen Folge von Wahrnehmungen. Das so entstehende nichtphysikalisch begründete Kontinuitätsbewußtsein könnte als Grundtatsache der Verschmelzung angesehen werden. Erst die weitere Erfahrung, daß solche Verschmelzung in der Dauer der Netzhautreize (also in Nachbildwirkungen) ihren zureichenden Grund hat, führt auf physiologisches Gebiet. Immer aber bleibt im Gegensatz zur Mischung die zeitliche Trennung der einzelnen Wahrnehmungen erhalten.

Mit welchem Rechte konnte ich aber dann vorhin behaupten, auch beim Stroboskop seien Mischungsvorgänge zu konstatieren? Nun: Mischung und Verschmelzung schließen sich gegenseitig nicht aus. Gefordert ist nur, daß ein gegebener Reiz bis zum Beginn des folgenden verharrt: damit aber verträgt sich aufs beste die Tatsache, daß die einzelnen wirkenden Reize selber wieder Mischungsprodukte sind: natürlich! irgend ein Grau, das durch Mischung, etwa auf einer rotierenden Scheibe entstanden ist, kann gerade so gut ein Nachbild erzeugen wie jedes andere Grau sonst auch.

Das läßt sich nun auf die stroboskopischen Tatsachen übertragen. Denken wir wieder an unser einfaches Gedankenexperiment. Der Reiz wird verdeckt und durch den neuen ersetzt. Der Schirm aber, der zur Verdeckung dient, kann selber wieder eine Reizwirkung ausüben: dieser Zwischenreiz mischt sich dann einfach mit dem »Nachbilde« des vorigen. All das hindert aber nicht, daß der so erzeugte Mischreiz bis zum Beginn des folgenden direkten Reizes be-

stehen bleibt, wenn auch mit entsprechender Verminderung der Intensität. Je heller oder je intensiver beleuchtet der Verdeckungsschirm ist, um so deutlicher tritt natürlich die Mischung als solche hervor, d. h. um so schädlicher ist ihre Wirkung: deshalb eben macht man ja den Mantel des Dädaleums so matt und so dunkel wie möglich. Es braucht hier nicht untersucht zu werden, ob diese störenden Einflüsse sich nicht schließlich so weit vermindern lassen[1]), daß sie praktisch nicht mehr in Frage kommen, richtig ist jedenfalls: soweit sie in Frage kommen, gelten Marbes Mischungsgesetze durchaus für sie, freilich auch nur für sie. Und das heißt mit anderen Worten, die »stroboskopischen« Gesetzmäßigkeiten dieses Autors beziehen sich in Wahrheit auf Erscheinungen, die der Deutlichkeit der stroboskopischen Bilder schädlich sind.

Aber sogar unser neuer Begriff der Verschmelzung befindet sich, rein als solcher genommen, noch ganz und gar jenseits der stroboskopischen Frage. Denn er gilt offenbar völlig unabhängig von der Art und Kombination der exponierten Bilder: nur lückenlose Aufeinanderfolge fordert er, nichts weiter. Reguliert man die Geschwindigkeit eines Stroboskops so, daß bei Exposition einer normalen, d. h. stroboskopisch abgestimmten Bildreihe die Täuschung deutlich und in der gewöhnlichen Weise eintritt, so ist hier natürlich Verschmelzung in unserem Sinne vorhanden: bei dem vierundzwanzigfenstrigen Dädaleum genügen dazu Intervalle von $\frac{1}{5}$ Sek. bereits vollkommen. Nun aber ersetzte ich die Phasenbilder durch solche, die ganz willkürlich kombiniert waren: einem dunklen Kreise ließ ich ein helles Kreuz folgen, dann erschien eine homogene rote Fläche, endlich ein Landschaftsbild usw. An einem stroboskopischen Effekt wird hier wohl niemand mehr denken: Verschmelzung aber besteht noch genau so wie vorher, d. h. die Bilder folgen vollkommen lückenlos auf einander und die Ursache dieser Kontinuität ist hier wie dort die Nachbildwirkung. Also kann auch Verschmelzung in unserem Sinne niemals die alleinige Ursache des stroboskopischen Effektes sein. Die Hauptsache aber ist, daß bisher noch durch nichts bewiesen wurde, daß sie überhaupt dessen Ursache ist. Daß sie

[1]) Diese Betrachtungen setzen übrigens die Richtigkeit von Marbes Anschauungen über das Talbotsche Gesetz voraus.

die Deutlichkeit der Erscheinung begünstigt, steht natürlich von vornherein außer Zweifel. Gesetzt aber, es gäbe stroboskopischen Effekt auch ohne Verschmelzung, so enthielte die Behauptung, er beruhe auf ihr, denselben logischen Fehler wie etwa die, daß Mondfinsternisse auf unbewölktem Himmel beruhten, während dieser doch nur der Erscheinung zu deutlicherer Wahrnehmung verhilft.

XI. Psychologie der stroboskopischen Technik.

Nun haben wir aber noch eine wichtige Ergänzung vorzunehmen. Unsere Betrachtungen gingen vom theoretisch einfachsten Falle aus: wir nahmen an, die einzelnen Phasenbilder würden bereits ruhend exponiert. Dieser einfachste Fall ist aber nur beim Kinematographen verwirklicht. Das Stroboskop dagegen hat die Ruhe der dargebotenen Bilder als subjektive Tatsache erst herzustellen, und das ist, wie wir wissen, wieder durch Nachbildwirkung möglich. Die Nachbilder erfüllen also nunmehr einen doppelten Zweck. Erstens dienen sie, wie bisher, zur Abkürzung der Zwischenpausen, zweitens aber zur Herstellung der scheinbaren Ruhe. Gar nicht genug kann betont werden, daß dies letzte eine rein technische Bedeutung hat: es gilt eben nur für solche Versuchsanordnungen, in denen die Bilder während ihrer Exposition in Bewegung begriffen sind. Unglücklicher Weise sind nun aber Beziehungen, die sich aus dieser bloß technischen Tatsache ergeben, beständig mit den prinzipiell stroboskopischen vermengt worden.

Damit meine ich folgendes: Wenn der stroboskopische Effekt erzielt werden soll, muß ein gewisses relativ geringes Intervall vorhanden sein. Es muß aber zweitens eine relativ große Rotationsgeschwindigkeit vorhanden sein: denn nur bei einer solchen können die Bilder simultan gesehen werden, nur bei einer solchen ist also der schlechterdings notwendige Ruheeffekt zu erwarten. Nun vertragen sich aber kurze Intervalle aufs beste mit geringen Rotationsgeschwindigkeiten: wir haben ja nur nötig, die Abstände der Spalte auf dem Zylinder zu verkleinern. Ein und dieselbe Intervallgröße kann also je nach der Rotationsgeschwindigkeit ganz verschiedene Bedeutung haben. Es ist prinzipiell verkehrt, die Intervallgröße ausschließlich für den Eintritt des stroboskopischen Effekts verant-

wortlich zu machen: denn dieser kann bei völlig gleichem Intervall bald vorhanden sein, bald fehlen, je nach der Schnelligkeit der Umdrehung[1]). Auch scheint die Annahme nahe zu liegen, daß ein fester Wert der Rotationsgeschwindigkeit existiert, unterhalb dessen stets die Eigenbewegung des exponierten Bildes gesehen wird, unterhalb dessen also niemals stroboskopischer Effekt eintreten kann, mögen die Intervalle auch noch so klein sein.

Es fragt sich, welche Auskunft das Experiment gibt. Durch Aus- und Einschaltung von Spalten konnte ich die Größe der Intervalle unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit — wenn auch nicht ganz beliebig — variieren. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über meine Ergebnisse.

Ich wählte absichtlich möglichst große Intervalldifferenzen, um etwaige bloß individuelle Schwankungen von vornherein zu eliminieren: ich bekam denn auch von den betreffenden Beobachtern[2]) völlig gleichlautende Antworten. Unter stroboskopischem Effekt ist zunächst die bloße Identifikationstäuschung verstanden, doch werden wir bald erfahren, daß es zur Herstellung einer Scheinbewegung, also eines stroboskopischen Effekts im engsten Sinne, nur einer ganz unerheblichen Modifikation bedarf, durch welche die an dieser Stelle mitgeteilten Werte nicht betroffen werden[3]). Die Erscheinung des »Kommens und Gehens« der Phasenbilder, also das Ausbleiben jenes so überaus wichtigen Ruheeffektes habe ich kurz als »Eigenbewegung« bezeichnet.

Die Tabelle IV zeigt, daß tatsächlich, wie zu vermuten war, die Intervalle allein nicht ausreichen. Wir sehen bei ganz gleichen Intervallen den Effekt bald eintreten, bald ausbleiben, je nach der betreffenden Rotationsgeschwindigkeit. Auffällig aber ist dieses: unsere Erwartung, daß bei solchen Geschwindigkeiten, bei denen die objektive Bildbewegung gesehen wird, der stroboskopische Effekt unter allen Umständen ausgeschlossen ist, scheint in keiner Weise

[1]) Soweit im folgenden dennoch bloß die Intervallgröße angegeben ist, geht aus dem jeweiligen Zusammenhang die Überflüssigkeit weiterer Angaben hervor: ist nämlich der strob. Effekt überhaupt erst eingetreten, so können für dessen speziellere Modifikationen natürlich nur noch die Intervalle verantwortlich gemacht werden.

[2]) Den Herren Dr. Dr. Heidenhain, Kurtz, Churchill, Peters und Köhler.

[3]) Nur der höchste Wert 0,8 Sek. sinkt bei manchen Beobachtern um einige Hundertstelsekunden herab; vgl. S. 475.

bestätigt: sobald nur die Intervalle genügend klein geworden sind, stellt er sich vielmehr trotzdem ein.

Keinesfalls brauchen wir indes darum unsere Grundanschauung aufzugeben, nach der der Ruheeffekt die conditio sine qua non unserer Täuschung ist: denn in allen Fällen, in denen stroboskopische Wirkungen auftreten, wird niemals auch nur eine Spur von Eigenbewegung wahrgenommen. Zugleich ist die tatsächlich wahrgenommene Ruhe so deutlich gekennzeichnet und von der anderen

Tabelle IV.

Dauer einer Umdrehung	Intervall	Effekt
9,6 Sek.	0,4 Sek.	Eigenbew.
9,6 »	0,8 »	Eigenbew.
6,0 »	1,0 »	Eigenbew.
4,8 »	0,2 »	strobosk.
4,8 »	0,4 »	Eigenbew.
4,8 »	0,8 »	Eigenbew.
2,4 »	0,2 »	strobosk.
2,4 »	0,4 »	strobosk.
2,4 »	0,8 »	Eigenbew.
2,0 »	1,0 »	Ruhe, aber kein strobosk. Effekt
1,6 »	0,8 »	strobosk.
1,2 »	0,4 »	strobosk.
1,2 »	0,2 »	strobosk.

Erscheinung abgegrenzt, daß darüber gar kein Irrtum möglich ist. Nur das müssen wir allerdings zugestehen: kurze Intervalle wirken offenbar unterstützend auf den Eintritt des Ruheeffekts. Und das ist aus unseren Voraussetzungen gar nicht unverständlich. Wir wissen ja von früheren Betrachtungen her, daß zur Erzeugung des Ruheeffektes nicht bloß das simultane Sehen des Objektes selbst, sondern wegen assimilativer Einflüsse auch das eines Teiles seiner Umgebung in Betracht kommt, und der Eindruck der Ruhe wird um so sicherer erzielt werden, je größer die simultan gesehene Umgebung ist: das ist aber bei relativ schneller Rotation der Fall. Nimmt die Geschwindigkeit mehr und mehr ab, so wird es schließlich einen Punkt geben, wo zwar schon Eigenbewegung gesehen

wird, aber doch noch der Eindruck der Ruhe erzielt werden kann, wenn nur auf irgend eine Weise erreicht wird, daß die Bewegung der Nachbarteile unbemerkt bleibt. Nehmen wir nun an, die Intervalle seien sehr klein, es tauche also an der Stelle, wo eben ein Punkt verschwindet, ein Punkt von genau demselben Aussehen wieder auf, oder er verschwinde gar — bei Verschmelzung — überhaupt nicht, so muß das offenbar der Vorstellung einer Bewegung der Nachbarteile aufs stärkste entgegenwirken. Das geschieht hingegen nicht, wenn bei derselben Geschwindigkeit, aber einem größeren Intervall der Punkt relativ lange Zeit verschwunden bleibt: denn dann wird die gesehene Bewegung der Nachbarteile eben die Wirkung ausüben, die sie normaler Weise ausüben muß.

Wir können also kurz sagen: Verschmelzung unterstützt den Ruheeffekt. Da nun der stroboskopische Effekt wiederum durchaus vom Ruheeffekt abhängt, so wird die große Überschätzung, die das Verschmelzungsphänomen bisher erfahren hat, allerdings verständlich. Von um so größerer Wichtigkeit ist es aber deshalb, nunmehr mit solchen Umdrehungsgeschwindigkeiten zu arbeiten, bei denen derartige unterstützende Wirkungen gar nicht mehr in Frage kommen können. Denn dann erst liegen die einfachsten Bedingungen vor. Wir haben dazu bloß die Intervalle so sehr zu vergrößern, daß trotz recht erheblicher Geschwindigkeit an Verschmelzung nicht mehr zu denken ist: eine solche Kombination ist uns sogar schon begegnet. In Nr. 10 unserer Tabelle handelt es sich um einen Wert, bei dem bloß Ruhe gesehen wird und nichts weiter: d. h. es besteht hier bloß das Phänomen unserer orientierenden Versuche mit einmaliger Bewegung von Bild und Spalt: von einer Identifikation, von einer Aufeinanderbeziehung der aufeinanderfolgenden Expositionen ist keine Rede mehr: jeder begünstigende Einfluß kurzer Intervalle oder gar der Verschmelzung ist ausgeschlossen. Genauere Untersuchung zeigte, daß bereits bei einer Geschwindigkeit von 2,18 Sek.[1]) für eine volle Umdrehung der Effekt der Ruhe ohne unterstützende Momente eintritt: mithin muß er bei allen Geschwindigkeiten, die diesen Wert übertreffen, erst recht

[1]) Es handelt sich um den Mittelwert aus zwölf Versuchen, bei deren einer Hälfte Herr Dr. Heidenhain (2,21 Sek. i. Mittel) und bei deren anderer der Verfasser (2,15 Sek. i. M.) beteiligt war.

von der Intervallgröße unabhängig sein. Wir erhalten somit ein einfaches Mittel, zugleich auch die stroboskopischen Wirkungen so sehr von den Verschmelzungsphänomenen zu isolieren, als dies der Natur der Sache nach möglich ist: ja wir haben, wie unsere Tabelle zeigt, durch dieses Mittel sogar schon ein wichtiges Ergebnis erzielt. Doch davon später.

Die Grundlage der vorstehenden Betrachtungen war die Tatsache, daß kleine Intervalle und namentlich die dann eintretende Verschmelzung den Ruheeffekt unterstützen. Diese Tatsache hatten wir zu erklären gesucht. Kleine Intervalle — so sagten wir — zeigen beständig ein für identisch gehaltenes Objekt an derselben Stelle: der dadurch entstehende oder vielmehr besonders anschaulich gewordene Eindruck der Ruhe ist so stark, daß die tatsächlich in Bewegung gesehene unmittelbare Umgebung des Objektes ihren normalen störenden Einfluß nicht geltend machen kann. Entspricht das der Wirklichkeit, so ist es letzten Endes gar nicht die Verschmelzung, die den Ruheeffekt unterstützt, sondern die bei der Verschmelzung soviel leichter eintretende Identifikation gleichartiger Bilder. Es gibt also gar keine bessere Probe auf die Richtigkeit unserer Anschauung als die Aufhebung dieser Gleichartigkeit. Das heißt: wenn statt mehrerer Bilder immer nur ein einziges während einer ganzen Umdrehung exponiert wird, und im übrigen unter jedem Spalt an Stelle des Phasenbildes nur die weiße Dädaleumswand sichtbar ist, so muß die unterstützende Wirkung der kurzen Intervalle und damit der Ruheeffekt aufhören. Ja, noch mehr: durch Verquickung beider Expositionsmethoden muß sich schließlich je nach den betrachteten Bildern Ruheeffekt und Eigenbewegung gleichzeitig ergeben. Das scheint paradox, aber gerade dieses Paradoxe wird durch das Experiment verwirklicht!

Um nun die doppelte Exposition nebeneinander zu ermöglichen, benutzen wir zunächst die Spalte selbst als Bilder: wie ich schon bei Beschreibung der Stampferschen Scheibe[1]) angedeutet habe, liegt das sehr nahe: blicken wir während der Rotation wie gewöhnlich durch die vorderen Spalte hindurch, so sehen wir auf der Hinterwand des Dädaleums eine Reihe senkrechter, schwarzer Streifen, die Spalte

[1]) Vgl. oben S. 411 f.

der anderen Seite. Vertikal unterhalb eines solchen Streifens nun, genau an der Stelle, an der sich auch sonst die Bilder befanden, brachte ich den üblichen schwarzen Kreis an, während ich alles übrige frei ließ.

Schon bei einer Rotationsgeschwindigkeit von 8,06 Sec. für eine Umdrehung[1]) wurden die Spalte ruhend gesehen, keineswegs aber der Kreis: ihn konnte man bequem in seiner Bewegung verfolgen. Es entsteht also ein ganz merkwürdiges Phänomen: die obere Hälfte des Gesichtsfeldes scheint still zu stehen, die untere sich zu bewegen. Das hört auf, sobald es gelingt, Bild und Spalt zu einer einzigen Einheit zusammenzufassen, sodaß also der Punkt gewissermaßen als Marke am Spalte erscheint: dann bewegen sich — so weit diese Marke im Gesichtsfelde ist — auch die Spalte; doch ist es nicht leicht, eine solche Zusammenfassung zu ermöglichen.

Lassen wir nun die Geschwindigkeit weiter wachsen, so tritt natürlich schließlich auch für den Kreis der Ruheeffekt ein. Der Wert, der sich hierbei ergab (2,06 Sek.), entspricht sehr annähernd dem Grenzwerte, den wir früher für den Ruheeffekt überhaupt gefunden hatten[2]) — was ohne weiteres aus unseren Annahmen verständlich ist.

Ich denke, dieses Experiment ist deutlich, und die Evidenz meiner Annahme dürfte sich kaum schlagender erweisen lassen. Der Einfluß der Umgebungsbewegung zeigt sich aber noch in anderen Tatsachen, die als solche schon bekannt sind, jedoch bisher eine andere Deutung gefunden haben.

Wir wissen, daß der stroboskopische Effekt um so leichter eintritt, je weniger Punkte nebeneinander sichtbar sind. Fischer hat dies bereits experimentell bewiesen und zwar vollkommen einwandfrei: dagegen ist seine theoretische Begründung (die Marbe unbedenklich akzeptiert hat), wie mir scheinen will, kaum aufrecht zu erhalten. Fischer deutet die Schwingbewegung der Punkte, in welcher bei seinen Versuchen der stroboskopische Effekt bestand, einfach als Zuordnung in vertikaler Richtung, die Wahrnehmung der Eigen-

[1]) Auch hier kommen je sechs Versuche in Frage:
8,01 Dr. Heidenhain,
8,11 Verfasser.

[2]) Vgl. S. 465.

bewegung dementsprechend als seitliche Zuordnung[1]). Sind nun mehrere Punkte nebeneinander sichtbar, so kann man — wie er meint — bei geringer Geschwindigkeit ihre Zuordnung seitlich oder vertikal vornehmen: beides ist gleich gut möglich; erst bei rascher Folge macht sich ein Zwang geltend, die Zuordnung in der einfachsten Weise vorzunehmen, »die einfachste Art der Zuordnung war aber bei dem benutzten Bilderstreifen gerade die beim Aufzeichnen der Bilder beabsichtigte«.

Ich frage zunächst: wieso ist das der Fall? Die einfachste Zuordnung ist doch gewiß die, welche wir treffen, wenn uns der Streifen ohne Apparat vorliegt — also ganz gewiß nicht die vertikale. Und warum sollen ferner große Geschwindigkeiten die einfachste Zuordnung begünstigen? Vor allem aber verliert der Gegensatz von vertikaler und seitlicher Zuordnung ganz und gar seinen Sinn, wenn es sich um andere Objekte als Phasen schwingender Punkte handelt, und völlig entscheidend ist folgendes Experiment: wieder benutzen wir die Spalte als Objekte, statt jenes Kreises aber einen Bildstreifen, der ganz demjenigen Fischers entspricht, also die Phasen eines auf- und abschwingenden Punktes darstellt. Es zeigt sich jetzt, wie der stroboskopische Effekt oben und unten bei gleicher Rotationsgeschwindigkeit, also in einem und demselben Versuche zugleich auftritt, und auch die Abblendung ist auf beide Erscheinungen in völlig gleicher Weise wirksam: sie begünstigt also nicht nur die Identifikation der Spalte, sondern ebenso deutlich auch die Wahrnehmung der Schwingbewegung. Daraus folgt aber, daß es sich hierbei nicht wohl um eine bloße Zuordnung nach verschiedenen Richtungen handeln kann: denn soweit lediglich Identifikation vorliegt, fehlt ja von vornherein jede Möglichkeit, den Begriff der Richtung überhaupt anzuwenden. Tatsächlich ist auch der Eindruck, den wir bei den kritischen Geschwindigkeiten durch Wegziehen der Blendung erhalten, von dem vorangehenden toto genere verschieden, und das ist im Grunde selbstverständlich, da er ja mit demjenigen zusammenfällt, der sich überhaupt bei allen Geschwindigkeiten einstellt, die vor Eintritt des Ruheeffektes liegen. Zudem trifft es sich, daß Fischer gerade ihn sehr anschaulich beschrieben hat, in-

[1]) Fischer, a. a. O. S. 140.

dem er sagt, man sähe hier durch die Spalte hindurch den Streifen selber sich mit all seinen Bildern herumdrehen[1]). Das ist vollkommen richtig: man sieht die Drehung des Streifens, also die Bewegung der Umgebung, der Nachbarteile, und deshalb ist der stroboskopische Effekt ausgeschlossen. Genau das ist eben unser Prinzip; denn man erkennt jetzt sofort, warum die Abblendung so günstig wirken muß: was abgeblendet wird, ist eben die Umgebung, deren Bewegung, falls sie gesehen würde, auf assoziativem Wege den Ruheeffekt zerstören müßte. Je weniger Nachbarteile jedoch wahrgenommen werden, je weniger also der Streifen als Ganzes gesehen wird, um so günstiger liegen die Bedingungen für die Täuschung.

Dafür spricht noch weiter folgendes: Ich brachte in dem Blendschirm noch eine zweite Beobachtungsöffnung an, die aber kleiner war als die erste: sie maß nur noch 1 mm. Wählte ich nun eine solche Geschwindigkeit, bei der unter den jeweiligen Versuchsbedingungen der Effekt gerade aufhörte, wo also die obere Grenze gerade überschritten wurde, so konnte die eben verschwundene Täuschung sofort wieder hergestellt werden, wenn der Beobachter, der vordem durch die größere Öffnung geblickt hatte, nunmehr zu der kleineren überging. Aus unserem Prinzip des assoziativen Einflusses der Umgebung ist diese Tatsache ohne weiteres verständlich, wir haben eben durch fortgesetztes Abblenden diesen Einfluß noch weiter verringert-eine Zuordnung hingegen ist hier a priori ausgeschlossen, da es sich ja beidemal nur um einen einzigen Punkt handelt. Fischer spricht mehrfach[2]) von einer bis zu einem gewissen Grade »willkürlichen« Verschiebung der Grenze bei seinen Abblendungsversuchen: auch diese wird sich am ungezwungensten aus solcher Beteiligung assoziativer Faktoren erklären. Zugleich wird dadurch auch die Schwierigkeit verständlich, die sich der zahlenmäßigen Festlegung aller derartigen Subtilitäten entgegenstellt und die Fischer gleichfalls schon hervorgehoben hat[3]). Ich betone übrigens, daß die zuletzt erwähnte Tatsache von allen fünf Beobachtern, denen ich sie vorlegte, bestätigt wurde.

Nun das Wichtigste: auch die Grundtatsache unserer stroboskopi-

---

[1]) a. a. O. S. 139.

[2]) a. a. O. S. 139, 140.

[3]) a. a. O. S. 140.

schen Technik, die ausschlaggebende Bedeutung der Rotationsgeschwindigkeit für die Erreichung des Effektes, ist Fischer ihren Hauptdaten nach bereits bekannt gewesen. Er suchte — wie schon erwähnt[1]) — u. a. die Beziehungen zwischen Eindrucksdauer und stroboskopischer Wirkung zu ergründen und gelangte nach Fixierung der betreffenden numerischen Werte[2]) zu folgender Formulierung:

»Aus diesen Zahlen ergibt sich das natürlich nur approximativ gültige Gesetz, daß bei zwei Versuchen, die nur in der Dauer des Eindrucks jeder einzelnen Phase auf das Auge voneinander abweichen, die Zeitgrenzen sich umgekehrt verhalten wie die Zeiten, während welcher die Phasenbilder auf das Auge wirken«.

Etwas weniger umständlich ausgedrückt heißt das also: Unter sonst gleichen Bedingungen ist die kurze Eindrucksdauer für den stroboskopischen Effekt am günstigsten: er tritt deshalb dann schon bei relativ großen Intervallen ein. Dieses Gesetz ist uns bereits früher begegnet: es ist eben jenes, das von Marbe so vollkommen mißverstanden wurde. Zu seiner Prüfung kommt alles auf das richtige Verständnis der Zahlen an, aus denen es abgeleitet ist. Wie variiert Fischer die Eindrucksdauern? Die Antwort ist einfach: er variiert die Rotationsgeschwindigkeiten, deren Funktion, wie man ohne weiteres sieht, bei den gegebenen Versuchsbedingungen die Eindrucksdauern sind. Mithin bezieht sich das Fischersche Gesetz in erster Linie auf die Rotationsgeschwindigkeiten: dann aber stimmt es vollständig mit unserem technischen Grundgesetz überein, das ja eben die günstige Einwirkung der Rotationsgeschwindigkeit auf den Eintritt der Erscheinung behauptet. Messungen über die Dauer des Eindrucks unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit lassen sich am Dädaleum und den ihm ähnlichen Apparaten nicht wohl anstellen. Wollte man nämlich die Veränderung der Spaltweite zur Variation der Eindrucksdauer benutzen, so ergäbe sich gleichzeitig eine störende Modifikation der übrigen Versuchsbedingungen: denn wir wissen ja schon, daß sowohl Helligkeitsgrad der Bilder, wie Schärfe der Konturen sich mit der Spaltweite sehr wesentlich ändern.

---

[1]) S. 417.

[2]) Fischer, a. a. O. S. 142 f.

In diametralem Gegensatz zu Fischer behauptet Wundt[1]), es sei gerade die längere Phasendauer von günstigem Einfluß, doch hat er, wie aus dem Zusammenhang hervorgeht, dabei lediglich die Nachbildphänomene im Auge. Sieht man indessen hiervon, wie auch von den bloß versuchstechnischen Faktoren (wie wir sie eben ausschließlich betrachtet haben) ab, und handelt es sich zudem nicht um das Sehen von scheinbaren Bewegungen, sondern um bloße Identitätserscheinungen, so wird die Dauer des Bildeindrucks weder günstig noch ungünstig, sondern gleichgültig sein, was wohl keines weiteren Kommentars bedarf.

XII. Stroboskopischer Effekt ohne Verschmelzung.

Aus unseren Versuchen können wir nun aber doch eine Folgerung ableiten, die weit über versuchstechnische Gesetze hinausgeht.

Daß die stroboskopischen Täuschungen mehr sind als bloße Nachbild- und Verschmelzungsphänomene, hatten wir schon gesehen, jetzt müssen wir feststellen, daß sie nicht einmal von ihnen bedingt sind. In der Tat ist schon Fischer zu Intervallgrößen gelangt, die hart an der Grenze stehen, bei der überhaupt noch an Nachbildwirkungen gedacht werden kann. Gleichwohl zweifelte er noch nicht an der Gültigkeit der Nachbildtheorie. Das größte Intervall, bei dem noch ein Effekt bemerkbar war, betrug 0,431 Sec. Pischer führt nun selbst an[2]), daß nach den Messungen von Flateau und Emsmann die Nachbilddauer höchstens 0,35 Sec. qeträgt. Freilich — sagt er weiter — gelten diese Zahlen für mittlere Helligkeiten: da aber die eigenen Versuche bei hellem Gaslicht angestellt wurden, so müssen die Werte, die für sie Geltung beanspruchen, höher angenommen werden; also beruht der stroboskopische Effekt im wesentlichen auf Nachbildwirkungen.

Dagegen läßt sich nun doch einiges sagen. Zunächst durfte nur geschlossen werden, daß Nachbildwirkungen bei den stroboskopischen Erscheinungen eine — wenn auch vielleicht wichtige — Rolle spielen, aber nicht ohne weiteres, daß sie darauf beruhen[3]).

---

[1]) Wundt, Phys. Psych., 5. Aufl. S. 581.

[2]) a. a. O. S. 144.

[3]) Oder wie Fischer sich ausdrückt, »daß nur dann eine bezweckte Bewegungs-

Zweitens war zu untersuchen, ob die »mittlere« Helligkeit wirklich so tief unter der angewandten lag, daß auch bei dem größten erreichten Intervall von 0,431 Sek. noch mit Sicherheit auf Nachbildwirkungen geschlossen werden konnte. Und hier ist nun folgende Erwägung von Interesse. Fischer war sich vollkommen darüber klar, daß für die Erzeugung der Täuschung in erster Linie die Bildreize in Frage kommen. Soll also von Nachbildwirkungen die Rede sein, so heißt das: der alte Bildreiz ist noch abgeschwächt vorhanden, wenn der neue bereits zu wirken beginnt: dabei ist wie alle derartigen Wirkungen auch diese eine Funktion der Intensität des Reizes. Wir wissen aber bereits, daß das einzelne Bild zwar simultan gesehen, aber nicht simultan appliziert wird[1]): vielmehr ist das Bild bereits als solches ein Verschmelzungsprodukt, eine Nachbildwirkung. Wir verglichen schon früher die stroboskopischen Bilder mit leuchtenden Objekten oder hellen Flächen hinter einem rotierenden Episkotister. Wird ein solcher Episkotister samt der Fläche, die er — vielleicht sehr stark — verdunkelt, rasch durch eine andere Fläche verdeckt, die irgend einen beliebigen, aber geringen Helligkeitsgrad aufweist, so ist Gelegenheit zur Beobachtung von Nachbildwirkungen gegeben, und diese werden von der Lichtstärke der wirkenden Fläche abhängen. Und welche Lichtstärke kommt da in Frage? Die des Objektes ohne den Episkotister? Das wäre doch paradox: wirken kann offenbar nur die verdunkelte Fläche. Und genau das gilt vom Stroboskop. Auch hier verfügen die wirksamen Bilder schwerlich noch über die ursprüngliche (von der Gasflamme unmittelbar abhängige) Lichtstärke: und dann ist es vielleicht doch nicht so sicher, wie Fischer annimmt, daß ihre Helligkeiten die mittlere Größe überstiegen.

Indessen sind das Betrachtungen; entscheidend ist das Experiment, und das lag hier sehr nahe: ich wiederholte Fischers Versuch bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung. Es handelte sich um zwölf Phasen eines schwingenden Punktes, die durch die entsprechenden zwölf Spalte betrachtet wurden. Ich wählte auch im übrigen mög-

---

vorstellung erzeugt wird, wenn immer schon eine neue Phasenfigur ihr Bild auf die Netzhaut wirft, solange das Nachbild der vorhergehenden noch nicht ganz verschwunden ist«.

[1]) Vgl. S. 463 und viele andere Stellen vorher.

lichst dieselben Versuchsbedingungen wie Fischer; die Beleuchtung erfolgte zunächst wie gewöhnlich durch die Glühlampe. Es ergab sich als Mittel aus 10 Versuchen der Wert 0,390 Sek. als untere und 0,425 Sek. als obere Zeitgrenze, also Werte, die denen Fischers (0,377 und 0,431 Sek.) annähernd entsprachen. Nun stellte ich den Apparat auf die untere Zeitgrenze ein, d. h. so, daß das Auf- und Abschwingen gerade gesehen werden konnte, und während des Versuches drehte ich dann die Glühlampe aus: die Beobachter hatten jetzt anfänglich Mühe, die einzelnen Figuren überhaupt zu erkennen, erst bei allmählich eintretender Adaptation gelang dies. Dann war aber auch die Wahrnehmung der Schwingbewegung nicht im mindesten gestört. Das ergab sich natürlich auch dann noch, wenn die Ausschaltung der Glühlampe nicht innerhalb des Versuches selber erfolgte. Bei Versuchen, in denen ich selber als Beobachter fungierte, resultierten die Werte 0,378 und 0,422 Sek.

Daraus ist zu folgern, daß der stroboskopische Effekt als solcher nicht mit der Intensität der Beleuchtung abnimmt, also den Gesetzen der Nachbildwirkung nicht folgt, und das wieder erklärt sich am einfachsten durch die Annahme, daß er überhaupt nicht auf Nachbilderscheinungen beruht.

Freilich ist das noch kein zwingender Beweis. Die Tabelle IV auf S. 465 weist aber auf Tatsachen hin, die ich allerdings für unbedingt sicheres Beweismaterial halte. Bei genügend großer Rotationsgeschwindigkeit ergaben sich für den Effekt noch Intervalle von 0,8 Sek. Man wird bei so hohen Werten schwerlich an Nachbilder denken. Aber noch viel wichtiger ist der subjektive Tatbestand. Denn der Beobachter merkte hier sehr deutlich selbst die Unterbrechung. Es tritt hier eine Erscheinung ein, die uns aus unserer früheren[1]) Besprechung des Nachbildstreifens bekannt ist. Man sieht deutlich, wie ein schwarzer Schatten über das Objekt hinweg gleitet, und wie es erst dann wieder neu zum Vorschein kommt. Trotzdem ist der Eindruck der Identität des Objektes ganz zwingend und unmittelbar. Einer der Beobachter, Herr Dr. Mittenzwey, beschrieb mir diesen Eindruck etwa folgendermaßen: Die Unterbrechung wird bemerkt, sie kann sogar ausdrücklich beachtet, mit voller Deut-

[1]) Vgl. oben S. 444.

lichkeit apperzipiert werden, und dennoch entsteht in keiner Weise das Bewußtsein einer numerischen Verschiedenheit: die Wahrnehmung des zweiten Objektes erscheint als direkte Fortsetzung der ersten Wahrnehmung. Ganz anders, wenn die Intervalle größer (etwa gleich einer Sekunde) werden: dann ist von einer solchen Fortsetzung keine Rede mehr: die Wahrnehmungen erscheinen als zwei deutlich voneinander gesonderte Akte.

Der Versuch, die Grenze, bei der die eine Erscheinung in die andere überging, genau zu bestimmen, erwies sich als illusorisch: der einmal eingetretene Effekt vermochte immer bald längere, bald kürzere Zeit festgehalten zu werden[1]). Viel günstiger wurde die Sachlage, sobald es sich um die Wahrnehmung von Bewegungen handelte. Es wurden ja immer nur zwei jener gleichen Kreise abwechselnd dargeboten, und zwar befanden sie sich bisher in genau gleicher Höhenlage. Nun änderte ich den Versuch bloß insofern ab, als ich die beiden Objekte in etwas verschiedener Höhenlage exponierte[2]). Sofort wurde eine deutliche Bewegung gesehen: der Kreis glitt von der einen Lage in die andere, er schwang also auf und ab. Zugleich ließ sich jetzt die Grenze messen, bei der noch eben Bewegung gesehen wurde. Als Beobachter dienten außer mir selbst die Herren Dr. Dr. Urban, Mittenzwey und Tsukahara. Es ergaben sich folgende Werte:

Tabelle V.

Beob.	Untere G.	Mittl. V.	Obere G.	Mittl. V.
U	0,742 Sek.	0,011	0,766 Sek.	0,014
M	0,742 »	0,008	0,765 »	0,005
T	0,786 »	0,021	0,801 »	0,023
L	0,766 »	0,017	0,795 »	0,044

Nimmt man aus diesen Werten das Mittel, so erhält man 0,759 Sek. als untere und 0,782 Sek. als obere Grenze.

Das Wichtigste ist auch hier: Trotz deutlich apperzipierter Unter-

[1]) Bei 0,8 Sek. war er regelmäßig vorhanden: will man sich mit einer ungefähren Angabe begnügen, so kann man 0,8—0,9 Sek. als Grenze annehmen.

[2]) Die beiden Mittelpunkte waren 8 mm voneinander entfernt.

brechung wurde die Bewegung gesehen, d. h. unmittelbar als Bewegung wahrgenommen. Zur genaueren Klarstellung dieser Tatsache wird es später noch anderer Versuche bedürfen[1]). Das eine ist aber jetzt schon deutlich geworden: stroboskopische Erscheinungen sind möglich ohne kontinuierliche Wahrnehmung des bewegt, oder allgemeiner des identisch gesehenen Objektes, also ohne Verschmelzung in unserem Sinne.

XIII. Das unmittelbare Identitätsbewußtsein.

Am Ende des vorigen Abschnittes ist das Identischsehen als Bedingung des Bewegtsehens hingestellt. Das sollte im Grunde keiner besonderen Rechtfertigung bedürfen. Die Identifikation ist notwendiger Weise der allgemeinere Fall. Daß die stroboskopisch vorgeführten Objekte für uns Bewegungen bedeuten, das heißt ja jedenfalls zunächst, daß die an sich numerisch verschiedenen Bilder als Vertreter eines und desselben Objektes erscheinen. Mag das in seiner prinzipiellen Bedeutung bisher verkannt sein, so gilt es doch in der ganzen früheren Literatur — von Stampfer bis auf Fischer — zum mindesten als selbstverständliche Nebensächlichkeit, und wenn sich bei Marbe nichts davon findet, so ist das am Ende nur ein zufälliges Fehlen. Oder doch nicht? Der Identitätsbegriff scheint einigen eine philosophische Färbung zu haben, das macht sie argwöhnisch gegen seine psychologische Verwendung.

Der Begriff der Identität, wie er hier vorausgesetzt wird, ist ebenso einwandfrei, wie etwa der der Einheit, der Simultanität, der Kontinuität und viele andere noch, die stets ganz unbedenklich gebraucht werden. Es handelt sich um das ganz bekannte Erlebnis, das man meint, sobald behauptet wird, jemand betrachte eine Zeitlang ununterbrochen »denselben« Gegenstand. Wir wollen, um die Situation ganz klar zu stellen, es von verwandten Erlebnissen abgrenzen.

Wird gesagt, zwei Gegenstände haben dieselbe Farbe oder dieselbe Gestalt, so erfordert das erstens, daß ich sie beide in deutlicher Sonderung apperzipiere, zweitens aber, daß ihnen ein Element gemeinsam ist: daß also, soweit bloß dieses Element

[1]) Vgl. vor allem S. 515 ff.

in Frage kommt, durch die Setzung oder Apperzeption des einen Gegenstandes zugleich der andere mitbestimmt ist.

In allen ähnlichen Fällen haben wir es mit einem Akte der logischen Identifikation, also mit Identitätserkenntnis zu tun: sie besteht in der bewußten Konstatierung von Identität. Aber wir haben gewiß auch da noch von Identifikation zu reden, wo diese Konstatierung fehlt.

Beobachtet jemand eine Zeitlang dasselbe Bild, so wird niemand behaupten, der Beobachter stelle Identität fest. Identisch ist das Gemeinsame des Verschiedenen. Hier jedoch besteht noch gar keine Verschiedenheit. Was aber bedeutet es dann, wenn wir gleichwohl von »demselben« Bilde sprechen? Sicherlich ist das keine Identität, die dem Betrachter innerhalb des Aktes der Betrachtung als solche zum Bewußtsein kommt. Bewußtseinsinhalt während der Betrachtung ist das so oder so bestimmte und bestimmt bleibende Bild oder Objekt als Einheit: wobei unter Einheit wieder kein logischer Begriff verstanden wird, sondern nur die psychologische Tatsache, durch die sich jenes Objekt von anderen simultan und sukzessiv gegebenen Objekten unmittelbar abgrenzt. Während der Betrachtung bleibt es eben für mich das, was es ist, im Falle einer merkbaren Änderung aber tritt ein Bewußtsein dieser Änderung ein, und solange dieses Bewußtsein fehlt, habe ich ein Recht von Einheit im angegebenen Sinne zu reden.

Dieses Einheitsbewußtsein ist es, worauf es uns ankommen muß. Denn die logische Betrachtung — und sie dokumentiert sich gemeinhin schon im sprachlichen Ausdruck — kann ihrerseits stets die einzelnen getrennten Erlebnisse isolieren. Und sofern sie das tut, ergibt sich folgerichtig die Behauptung, in der unmittelbaren Betrachtung, d. h. eben im Erleben jenes Einheitsbewußtseins werde das »identifiziert«, was auf dem Wege der logischen Abstraktion isoliert wurde. Und nichts anderes will der Satz besagen, jemand betrachte eine Zeitlang denselben Gegenstand.

Man könnte nun versuchen wollen, von einer Identifikation in diesem unseren Sinne auch dann noch zu reden, wenn die Betrachtung desselben Gegenstandes zu verschiedenen, getrennten Zeiten in Frage kommt, nämlich bei den Wiedererkennungsvorgängen. Indessen hier ist das Bewußtsein der numerischen Einheit bereits

assoziativ vermittelt: für die unmittelbare Wahrnehmung besteht es schlechterdings überhaupt nicht.

Das Stroboskop vermag beide Fälle zu verwirklichen. Die einfachste Situation ist die »Verschmelzung« bei völlig gleichartigen, ruhend gesehenen Objekten. Hier liegt für die unmittelbare Wahrnehmung genau dasjenige vor, was auch bei kontinuierlicher Betrachtung eines und desselben ruhenden Objektes gegeben ist. Betragen hingegen die realen Intervalle etwa 1 Sek. und mehr, so ist von einer unmittelbaren oder Wahrnehmungsidentifikation ganz und gar keine Rede mehr: es handelt sich jetzt offenbar um einen Wiedererkennungsakt, also um assoziative Vermittlung.

Das merkwürdige und zunächst überraschende aber ist, daß trotz deutlichen Bemerkens der Unterbrechung die Einheit der unmittelbaren Wahrnehmung bestehen bleiben kann: denn nichts anderes ist das eben mitgeteilte Ergebnis, das sich mit besonderer Evidenz in den Bewegungsversuchen kund gibt. Der Beobachter bemerkt, wie das Objekt auf einen Moment (der infolge der Nachbildwirkung natürlich stets kürzer ist, als das betreffende tatsächliche Intervall zwischen den beiden Expositionen) seiner Wahrnehmung entzogen ist, und sieht gleichwohl eben dieses Objekt ganz unmittelbar als eine einzige (bewegte) Einheit. Ich betone auf das entschiedenste, daß die Einheit und mit ihr die Bewegung wirklich gesehen und nicht etwa erschlossen oder auf Grund einer Art Erinnerungsvorgang erkannt wird. Dieses zuletzt genannte Faktum ist eben dasjenige, das sich bei weiterer Vergrößerung der Intervalle einstellt und also prinzipiell von dem eben behandelten verschieden ist.

Übrigens ist die Erscheinung den stroboskopischen Vorgängen durchaus nicht allein eigen: auch sonst pflegen wir, wenn Gegenstände auf nur sehr kurze Zeit unserem Anblick entzogen sind, nicht eigentlich den Eindruck zu haben, es sei unsere »Wahrnehmung« — das heißt hier die Einheit unserer Wahrnehmung — unterbrochen: man denke etwa an den Vogel, der sehr rasch hinter einem Baumstamme vorüberfliegt oder auch an die Bewegung der Schatten in dem früher erwähnten Zaunphänomen[1]). Es ist anzunehmen, daß in

[1]) Vgl. oben S. 410. Hierher gehören offenbar auch Fechners »Erinnerungsnachbilder« (Elem. der Psychophysik Bd. 2, S. 491): man vergleiche ferner Wundt, Physiol. Psych., 5. Aufl. Bd. 3, S. 370.

solchen Fällen das Bewußtsein der Unterbrechung nicht stark genug ist, um jene Einheit der unmittelbaren Wahrnehmung zu zerstören. Wir werden dem hierin liegenden Problem noch einmal begegnen: und zwar im Zusammenhange mit der interessanten Frage, die uns nunmehr ausschließlich beschäftigen soll, mit der Frage nach der Entstehung der Bewegungswahrnehmung beim stroboskopischen Sehen. Sie hängt aufs engste zusammen mit der Frage nach dem Zustandekommen von Bewegungswahrnehmungen überhaupt, mit dem kinetoskopischen Problem.

XIV. Das Sehen von Bewegungen: die Anschauungen Marbes.

Die Frage ist: woher kommt es, daß die Phasenbilder, die an sich, d. h. einzeln exponiert ruhend erscheinen, eine Bewegungswahrnehmung zusammensetzen?

Marbe ist in gewissem Sinne dieser Frage ebenfalls näher getreten; da ihm indessen die Voraussetzung des ganzen Problems, der »Ruheeffekt« der einzelnen Phasen, die Verdeckung ihrer Eigenbewegung, unbekannt war, werden wir schwerlich eine gründliche Erörterung von ihm zu erwarten haben: trotzdem mutet das, was er sagt, zunächst recht überzeugend an. Das Sehen von Bewegungen — heißt es — beruht auf dem Unbemerktbleiben von ausgefallenen Phasen. Darin liegt natürlich die (übrigens auch vom Autor angedeutete) Voraussetzung, daß beim normalen Sehen von Bewegungen alle Phasen wahrgenommen werden. Und das wird namentlich dann plausibel, wenn wir den Begriff der Phase psychologisch definieren. So nennt Stern[1]) das eben merklich in seiner Raumlage verschiedene Stadium einer Bewegung eine »neue Phase«: und das heißt nichts anderes als, daß sich jede Bewegung psychologisch genommen aus einer beschränkten Anzahl von Phasen zusammensetzt, nämlich aus diesen in der Raumlage eben merklich verschiedenen Stadien. Das Sehen von Bewegungen hinge demnach mit der Tatsache der Sehschärfe aufs engste zusammen. Indes hat nun gerade Marbe einwandsfrei festgestellt, daß dies für das stroboskopische Sehen in keiner Weise gelten kann: die Phasenabstände z. B. in den Fischerschen Versuchen sind durchweg größer als die eben merklichen

[1]) Stern, a. a. O. § 36, S. 353.

Lagedifferenzen[1]). Und gerade daraus schließt Marbe: es muß zur Erklärung des stroboskopischen Sehens von Bewegungen noch die besondere Annahme gemacht werden, daß hier — sei es nun infolge zentraler, sei es infolge peripherer Ursachen — der Ausfall einzelner Phasen unbemerkt bleibt.

Was die Erklärung durch die Sehschärfe so plausibel erscheinen läßt, ist offenbar dieses: sie überträgt den physikalischen Bewegungsbegriff, wie wir ihn aus der Erfahrung kennen, ohne weiteres auf die Vorgänge auf der Netzhaut. Physikalisch definiert man wohl Bewegung als Ortsveränderung innerhalb gewisser Zeiten, meint damit aber natürlich nicht Ortsveränderung überhaupt, man meint nicht, daß ein Gegenstand an einer gegebenen Stelle plötzlich verschwindet und im darauf folgenden Moment an einer entfernten, beliebigen anderen Stelle wieder auftaucht (das wäre ja Zauberei), sondern man meint, daß jede neue Stelle der vorangehenden unmittelbar benachbart ist oder m. a. W., daß alle durchlaufenen Stellen ein räumliches Kontinuum bilden. Herbarts Reihentheorie bot Gelegenheit, diese Anschauung auf das psychologische Gebiet zu übertragen[2]). Aber auch die erwähnte Theorie, die von der Sehschärfe ausgeht, involviert eine solche Übertragung. Genau so, wie der Körper, der eine wirkliche Strecke zurücklegt, alle deren einzelnen Punkte durchläuft, soll auch sein Abbild auf der Netzhaut alle entsprechenden Netzhautpunkte berühren müssen, um die Bewegungswahrnehmung zu erzeugen. Nur darin liegt eine Modifikation, daß jetzt nicht mehr alle jene Netzhautpunkte überhaupt, sondern nur alle für die räumlich getrennte Auffassung in Frage kommenden Netzhautpunkte für die Entstehung einer solchen Bewegungswahrnehmung verantwortlich gemacht werden: das ist aber nur die selbstverständliche Konsequenz der Tatsache der Sehschärfe. Jedenfalls handelt es sich durchaus um die sukzessive Reizung eines Empfindungskontinuums auf der Netzhaut.

Nun ist gar keine Frage, daß für die logische Definition der Bewegung die Annahme eines Kontinuums unentbehrlich ist. Logisch genommen habe ich nicht die geringste Bürgschaft für die Bewegung

[1]) Marbe, a. a. O. S. 399.

[2]) So bei Volkmann, Lehrb. der Ps. III. Aufl. S. 107. Vgl. darüber Stern, a. a. O. § 24, S. 353.

eines Körpers von einem ersten Orte zu einem nahen zweiten, wenn ich rasch hintereinander — erst hier, dann dort lokalisiert — dieselbe Wahrnehmung habe; vielmehr ist zu erweisen, daß es zwischen beiden Orten eine »Bahn« gibt, deren sämtliche Punkte sukzessiv passiert sein müssen. Das auch nur teilweise Fehlen der kontinuierlichen Bahn macht sofort die Annahme einer Bewegung unmöglich: d. h. wir dürfen dann die beiden Wahrnehmungen nicht mehr auf denselben Gegenstand beziehen, und auch die vollkommenste Gleichartigkeit ihres Aussehens wird nicht hindern, zwei verschiedene Dinge vorauszusetzen. In der Kontinuität des Übergangs besteht — solange wir bei der rein logischen Betrachtung verharren — eben das letzthin entscheidende Merkmal für die Identität eines Gegenstandes zu verschiedenen Zeiten und damit naturgemäß auch für dessen Bewegung. Es ist aber zum mindesten voreilig, dieses logische Kriterium ohne weiteres auf die Wahrnehmung der Bewegung, auf das Zustandekommen des Bewegungseindrucks zu übertragen. Psychologie ist nun einmal keine Logik. Das logische Kennzeichen eines Körpers ist die dreidimensionale Ausdehnung, und doch erlaubt uns die stereoskopische Betrachtung Dinge körperlich zu sehen, von deren bloß zweidimensionaler Ausdehnung wir fest überzeugt sind. Die Beispiele ließen sich beliebig vermehren. Und so muß denn wohl wenigstens mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch für die Bewegungswahrnehmung andere als logische Kriterien in Frage kommen. Es verhält sich in der Tat so: für die Wahrnehmung ist der kontinuierliche Übergang nicht erforderlich, um den Eindruck von Identität und Bewegung hervorzurufen: vielmehr ist hier das Entscheidende die Gleichartigkeit der wahrgenommenen Inhalte — und den evidenten Nachweis dafür liefert das Stroboskop.

Doch damit greife ich schon vor. Marbe ahnt nicht einmal, daß hier überhaupt ein Problem besteht. Aber hat dieser Autor nicht selbst aufs entschiedenste die Unzulänglichkeit jener Theorie der Sehschärfe hervorgehoben? Freilich! aber er lehnt sie trotzdem nicht eigentlich ab. Er hilft sich mit einer Art von Kompromißtheorie; denn er sagt nicht: bereits die sehr geringe Phasenzahl des Stroboskops bewirkt den Bewegungseindruck, sondern nur: der Ausfall einiger, im Grunde also notwendiger Phasen kann unter

günstigen Bedingungen unbemerkt bleiben[1]). Und welches sind diese günstigen Bedingungen? Wenn es möglich wäre, auf irgend eine Weise willkürlich oder durch Aufmerksamkeitsvorgänge eine Minderung der Sehschärfe herbeizuführen, so wäre damit gewiß im Sinne Marbes die einfachste Erklärung geliefert: die Phasenabstände könnten nunmehr entsprechend größer werden, und das hieße, an der normalen Sehschärfe gemessen: es dürften einige Phasen ausfallen. Ob Marbe an dergleichen gedacht hat, als er rein zentrale Ursachen für das Unbemerktbleiben des Phasenausfalles verantwortlich machte? Es findet sich nichts, das darauf hindeutet. Dann aber ist schwer zu sagen, was unter jenen zentralen Bedingungen zu verstehen ist: psychologische Momente bleiben Fremdkörper in einer solchen logisch-physiologischen Theorie, wie der Marbeschen, und man versteht daher den Fortschritt seiner späteren Anschauung, die nur periphere Ursachen gelten läßt.

Denn es gibt noch eine zweite Möglichkeit, die Phasenabstände auf der Netzhaut zu verkleinern: wir haben dazu nur nötig, den Phasen selbst, während ihrer Darbietung, mit dem beobachtenden Auge zu folgen. Aber damit ergibt sich eine neue Schwierigkeit: denn die Eindrücke gelangen nun kaum noch auf benachbarte Stellen, sondern bleiben annähernd auf derselben: also ist eigentlich die ursprüngliche Voraussetzung der ganzen Theorie aufgegeben — freilich, ohne daß dies Dürr, der diese Anschauung vertritt[2]), selber zum Bewußtsein kommt. Jedenfalls kann jetzt der Bewegungseindruck nicht mehr als sukzessive Reizung eines räumlichen Kontinuums gedeutet werden. Augenbewegungen, Muskelempfindungen also, treten an ihre Stelle. Aber diese Änderung ist keine Verbesserung. Es darf wohl als ziemlich erwiesen betrachtet werden, daß Empfindungen dieser Art nur eine sehr untergeordnete Rolle bei Bewegungswahrnehmungen spielen[3]). Auch wissen wir, daß ein solches »Mitgehen des Auges« eine scheinbare Verlangsamung der Bewegung im Gefolge hat: es wäre Dürrs Aufgabe gewesen, auch bei seinen stroboskopischen Versuchen analoge Erscheinungen nachzuweisen. Einigermaßen widerspruchsvoll ist endlich an dieser Theorie auch folgendes: sie geht

---

1) a. a. O. S. 400 u. noch genauer S. 398.
2) Dürr, Die strobosk. Erscheinungen, Philos. Stud. Bd. XV, S. 501.
3) Vgl. Wundt, Phys. Ps., 5. Aufl., Bd. 2, S. 579.

von der Tatsache aus, daß wir Bewegungen mit dem Auge zu verfolgen pflegen[1]). Dazu müssen diese Bewegungen ohne Frage bereits als solche vorhanden sein, hier dagegen soll doch gerade deren Entstehung erklärt werden: gegeben sind ja nur die ruhenden Phasenbilder.

Doch das sind alles noch nebensächliche Einwendungen. Wir haben ein Recht, der Ansicht Marbes, der früheren sowohl wie der späteren (also auch derjenigen Dürrs) ganz prinzipiell zu widersprechen. Man bedenke doch, was sie uns zumutet. Die Bewegungsvorstellung soll sich aus dem Unbemerktbleiben von Phasenausfall, und dieses Unbemerktbleiben wiederum aus ungenügender Aufmerksamkeit oder Fixation erklären. Das kann nur heißen: bei Aufmerksamkeit oder bei Fixation unterbleibt regelmäßig die Bewegungswahrnehmung. Wir müssen es also z. B. bei einer kinematographischen Vorführung ganz in unserer Gewalt haben, die einzelnen Bilder als solche zu sehen oder aber sie zu einem einheitlichen Vorgange zu verbinden. Natürlich kann davon keine Rede sein.

Aber Marbe führt doch selber Experimente an, die seine Theorie erhärten sollen. Er zog, wie schon erwähnt, einen trennenden Strich zwischen zwei Phasenbildern des schwingenden Punktes. Bei genügender Aufmerksamkeit (resp. Fixation) sieht man den Punkt niemals auf dieser Linie und daraus wird geschlossen, daß nur der Mangel an solcher Aufmerksamkeit eine Bewegungswahrnehmung herbeiführe. Diese Konklusion beweist nichts als die Unklarheit des Marbeschen Standpunktes. Gewiß, das experimentelle Ergebnis ist unbestreitbar: Punkt und Linie decken sich nicht, und daß es die genaue Beachtung der Linie ist, die uns diese Tatsache deutlich macht, das ist gewiß eine einwandfreie Folgerung. Ein Vorurteil aber ist die Annahme, es müsse damit auch die Bewegungswahrnehmung aufgehoben sein. Hier sieht der Autor seine logische Theorie in das Experiment hinein: sobald eingesehen wird, daß nicht alle Punkte der Strecke passiert werden, ist keine Bewegungsvorstellung möglich!

Was experimentell gezeigt werden mußte, war einzig dieses: daß die beiden Punkte oberhalb und unterhalb der beachteten Linie infolge dieser Beachtung ruhend, d. h. überhaupt nicht als Phasen

[1]) Dürr, a. a. O. S. 516.

einer Bewegung gesehen werden. Davon aber schweigt Marbe: es wäre auch das Gegenteil des experimentellen Befundes gewesen. Ich stellte den Versuch in der Weise an, daß ich nicht bloß einen Strich zwischen zwei Phasenbildern anbrachte, sondern sämtliche — es waren zwölf — Punkte durch entsprechende Linien trennte: selbst hier blieb der Bewegungseindruck bestehen. Wohl sehen wir den Gegenstand niemals an der fixierten Stelle, gleichwohl aber bleibt der deutliche Eindruck, daß er auf irgend eine, uns nur verborgene Weise darüber hinweg gelangt und sich also bewegt. Das braucht gar nicht einmal zu überraschen, denn es geht uns bei anderen Bewegungen ganz ähnlich, namentlich, wenn sie sich aus einer sehr komplexen Phasenreihe zusammensetzen. So sehen wir z. B. einen Turner oder Akrobaten schnell in eine neue Lage gelangen, ohne die Art und Weise der Bewegung in ihren einzelnen Phasen unmittelbar zu bemerken. Zudem finden sich immer assoziative Vorstellungshilfen, die gar keinen Widerspruch zwischen dem im eigentlichen Sinne gesehenen und dessen etwaiger verstandesmäßiger Deutung aufkommen lassen: das »Gesehene« aber ist die Bewegung.

Wie aber steht es mit den Versuchen, die sich an die Experimente Grützners anschließen?

XV. Die sogenannten »Phasenausfallversuche« Dürrs und die Dürr-Marbesche Scheintheorie der stroboskopischen Bewegungstäuschungen.

Grützner hatte beobachtet, wie auffallend leicht es ist, durch allerlei geeignete Bewegungen jemand in den Glauben zu versetzen, es befinde sich ein Gegenstand an einer ganz anderen Stelle als in Wirklichkeit: er dachte dabei an die bekannten Manipulationen der Taschenspieler und war (mit Recht) der Meinung, das Stroboskop biete Gelegenheit zu ihrem näheren Studium: man habe dazu nur nötig, einzelne der dargebotenen Phasen durch weiße Papierstreifen zu verdecken.

Genau dies ist die Versuchsanordnung Marbes und Dürrs. Ganz wie bei Grützner wurden einige Phasen durch weißes Papier verklebt und ganz wie bei Grützner wurden jene komplizierten Phasenbilder verwandt, wie sie sich z. B. in den Kollektionen

des Anschützischen Schnellsehers finden. Solche Kompliziertheit ist aber aus zwei Gründen von Übel.

Erstens verliert die Erscheinung dadurch sehr an Übersichtlichkeit. Dürr sieht sich aus diesem Grunde genötigt, zwischen einer Haupt- und einer Nebenbewegung zu unterscheiden[1]).

Zweitens aber sind hier die einzelnen Phasen niemals gleichwertig. Was das heißt und was es gerade für das fragliche Problem bedeuten will, kann folgendes Beispiel veranschaulichen. Es gälte, einen Spaziergänger für kinematographische Zwecke zu photographieren. Dann ist klar, daß die einzelnen Aufnahmen in gleichen Intervallen einander folgen müssen: die aber werden durchaus nicht immer gleichen Bewegungen entsprechen, wir brauchen nur anzunehmen, daß unser Spaziergänger einmal auf seinem Wege eine Weile stillsteht, vielleicht regungslos verharrt: der Apparat liefert dann mehrere ganz identische Bilder, deren Vorführung der Reihe nach gewiß ihren guten Sinn hat, wenn es darauf ankommt, den gesamten Vorgang genau so wiederzugeben, wie er sich einst wirklich abgespielt hat. Für die Bewegung an sich dagegen sind die identischen Phasenbilder ganz wertlos: sie können bis auf eines weggelassen werden, ohne den Vorgang im mindesten zu stören: der Spaziergänger scheint lediglich eine relativ kürzere Zeit zu ruhen als sonst. Ähnliches wird auch dann noch gelten, wenn er nicht völlig ruht, sondern nur seine Schritte verlangsamt, oder ganz allgemein: bei Bewegungen mit ungleichförmiger Geschwindigkeit (und das sind derartige Bewegungen stets) hören die einzelnen Phasenbilder auf, gleichartige Bewegungselemente zu sein. Immerhin könnte man Mißstände dieser Art durch sorgfältige Analyse eines jeden Experimentes zu heben suchen, und es soll nicht verkannt werden, daß Dürr sich nach dieser Richtung bemüht hat.

Trotzdem sind alle diese Experimente wertlos für das, was sie entscheiden sollen, und zwar aus einem prinzipiellen Grunde. Sie sind nämlich in Wahrheit gar keine Versuche über Phasenausfall, sondern über etwas ganz anderes: über Phasenersatz oder, wenn man lieber will, über Phasenverdeckung. Man mag den Begriff der Phase definieren, wie man Lust hat, niemals wird man

---

[1]) Dürr, a. a. O. S. 515.

dabei den Zeitbegriff außer Acht lassen dürfen: eine Bewegung, die sich aus sechs Phasen zusammensetzt, wird bei immer gleicher Phasendauer um ein Fünftel länger währen, als eine solche, die nur aus fünf Phasen besteht. Und lasse ich irgend eine, z. B. die dritte Phase ausfallen, so kann das nur heißen, daß sich die bisherige vierte Phase unmittelbar an die zweite anreiht. Es kann aber gewiß nicht heißen, daß nach der zweiten Phase und genau während der Dauer der dritten etwas anderes gesehen wird, und darauf die übrigen Phasen zu ganz denselben Zeiten erscheinen wie vordem. Das aber geschieht in Dürrs und Marbes Versuchen: hier werden eine oder mehrere Phasen verdeckt und dem Beobachter zeigt sich an ihrer Stelle ein heller Fleck, nämlich das Papierstück, womit sie überklebt wurden. Es handelt sich also um mehr als eine Ausfallserscheinung: das Ausgefallene wird zugleich durch etwas anderes ersetzt, d. h. es tritt ein neuer Reiz an die Stelle des beseitigten. Will man dennoch von Ausfall sprechen, so darf, da die Zeitverhältnisse genau dieselben bleiben, das, was ausgefallen ist, gar nicht mehr eigentlich Phase genannt werden — oder wir hätten den Widersinn, daß zwei Bewegungen, die sich aus verschieden viel Phasen zusammensetzen, trotz gleicher Dauer jeder einzelnen Phase gleichviel Zeit beanspruchen.

Für Grützner war dieser Sachverhalt ganz belanglos — ihm kam es, wie ich oben gezeigt habe, auf ganz andere Dinge an als auf Phasenausfall, und die Frage nach dem Zustandekommen des Bewegungseindrucks lag ihm vollends fern. Dürrs Problem aber war das Marbes: woher kommt bei einer Exposition von Einzelbildern, die an sich stillstehend oder doch wenigstens nach einer ganz anderen Richtung bewegt wahrgenommen werden müßten, die tatsächlich gesehene Bewegung? Was bewirkt die Übertragung der objektiven Bewegung nach der einen in die subjektive nach der anderen Richtung?

Aber Dürrs Experimente könnten nicht einmal dann Material zur Beantwortung dieser Frage liefern, wenn sie zweckmäßiger angestellt wären — sie unterlägen dann ganz denselben Einwendungen wie Marbes schon besprochener Versuch mit der trennenden Linie. Denn immer ist nur vom Bemerken und Nichtbemerken des Phasenausfalls die Rede, und Dürr glaubt ernstlich, es sei alles bewiesen,

sobald nur gezeigt ist, daß eine kontinuierliche Bewegung gesehen wird. In Wahrheit ist dieser Nachweis von gar keiner oder doch nur ganz sekundärer Bedeutung. Auch die diskontinuierlich gesehene Bewegung ist eben doch Bewegung, und mit ihr verträgt sich sehr gut das Bemerktwerden des Phasenausfalls.

Dagegen war zu zeigen, daß jenes Bemerktwerden stets auch ein Aufhören der Bewegungswahrnehmung zur Folge hat — aber gerade davon spricht Dürr ebensowenig wie Marbe: ja, er vergißt zuletzt überhaupt, welches Problem er eigentlich behandelt, und hat dafür einen recht anschaulichen Beweis geliefert.

Er konstruierte einen Apparat, der der Hauptsache nach aus einem großen Rade bestand, auf dessen Peripherie ein kleines Glühlämpchen fest angebracht war. Rotierte nun das Rad, und verfolgte man dabei mit dem Auge den Lichtpunkt, den das Lämpchen erzeugte, so sah man auch dann noch ein Kontinuum, wenn einzelne Phasen verdeckt waren, d. h. ein mehr oder minder großes Stück der Bewegung dem Beobachter durch vorgelegte Holzklötzchen entzogen wurde.

Bei Fixation einer bestimmten Stelle hingegen wurde der »Phasenausfall« bemerkt, auch wenn alle anderen Bedingungen unverändert blieben. Daraus schließt Dürr, daß das Sehen von gewöhnlichen Bewegungen denselben Gesetzen unterliegt wie das von stroboskopischen: in beiden Fällen wird eben der »Phasenausfall« nur bei fehlender Fixation bemerkt. Gewiß! aber was geht uns das hier an? die stroboskopische Bewegungswahrnehmung ist freilich eine Bewegungswahrnehmung so gut wie jede andere, und es ist gewiß nicht zu verwundern, daß sich da vieles Gemeinsame findet.

Den Vorgang selber hat Dürr ganz richtig dargestellt. Bei unbewegtem Auge werden Bilder und Nachbilder der aufeinander folgenden Reize auf immer neue Netzhautstellen fallen: es entsteht ein kontinuierliches Nebeneinander von Eindrücken, in dem sich jede Lücke sofort bemerkbar macht. Bei bewegtem, dem Lichtpunkt folgendem Auge hingegen fehlen die Bedingungen zur Erzeugung eines solchen streifenartigen Kontinuums, es fehlen also auch die räumlichen Intervalle: sie müssen deshalb verborgen bleiben, wenn sie klein genug sind, um sich uns nicht auf andere Weise aufzu-

drängen. Und das eben heißt: Phasenersatz oder Phasenverdeckung bleibt unbemerkt.

Man sieht aber sofort, daß es hier gar nichts zur Sache tun kann, ob die Phasen bewegt (wie gewöhnlich) oder unbewegt (wie beim Stroboskop oder Kinematographen) exponiert werden. Aber eben deshalb können wir auf diese Weise auch nichts über die Erzeugung des Bewegungseindrucks erfahren. Und darauf allein kommt es an.

Es muß natürlich gezeigt werden, warum (auch bei Phasenausfall) die exponierten Einzelbilder bewegt und als Teile einer und derselben Bewegung gesehen werden — ganz gleichgültig, ob die gesehene Bewegung als solche sprungweise erfolgt oder nicht. Statt dessen exponiert Dürr die einzelnen Phasen bereits selber bewegt, d. h. er schaltet gerade das Problem systematisch aus, dessen Lösung einzig und allein für ihn Sinn hat!

Es wäre ungerecht für diese maßlose Konfusion Dürr ausschließlich verantwortlich zu machen. Wollen wir sie ihren letzten Ursachen nach verstehen, müssen wir vielmehr durchaus auf Marbes Problemstellung zurückgehen.

Daß das »normale« Sehen von Bewegungen in einem Bemerken aller Phasen, also in der Wahrnehmung der Durchwanderung eines räumlichen Kontinuums besteht, das ist zwar meines Erachtens ein Vorurteil, es enthält indes noch nichts Widersinniges. Aber Marbe bleibt nicht dabei, er verwechselt sofort diese Durchwanderung eines Kontinuums mit einer kontinuierlichen Bewegung: das sind aber zwei ganz verschiedene Dinge! Durchwanderung eines Kontinuums finden wir auch bei der diskontinuierlichsten Bewegung: immer wird eine gewisse Strecke zurückgelegt oder durchmessen, und wir sahen bereits: fehlt auch nur ein einziger Punkt dieser Strecke, bilden also die sämtlichen durchlaufenen Punkte kein räumliches Kontinuum mehr, so haben wir nicht etwa nunmehr ein Recht, von diskontinuierlicher Bewegung zu reden, sondern es ist jetzt überhaupt keine einheitliche Bewegung mehr vorhanden: es besteht die Bewegung zweier numerisch verschiedener (wenn auch noch so gleichartiger) Gegenstände, es bestehen also letzten Endes zwei Bewegungen, von denen die zweite gerade dann beginnt, wenn die erste beendet ist.

Vergegenwärtigt man sich diese Verwechslung, so wird begreiflich, warum Marbe nicht fragt: wie kommt eine Bewegung überhaupt zustande? sondern: wie kommt eine kontinuierliche Bewegung zustande? und man versteht auch, daß er schließlich Experimente gut heißen konnte, die bereits von einer fertigen Bewegung ausgehen.

Doch weiter: in dem Dürrschen Versuche bemerken wir, auch wenn fixiert wird, trotz des sogenannten Phasenausfalls nicht bloß eine deutliche Bewegung, sondern halten sie sogar unmittelbar für kontinuierlich! nur sehen wir diese kontinuierliche Bewegung unvollständig, unterbrochen, diskontinuierlich. Eine solche unterbrochen oder diskontinuierlich gesehene Bewegung ist aber beileibe keine diskontinuierliche Bewegung, d. h. keine Bewegung, die für uns im Sehen unmittelbar als diskontinuierlich gekennzeichnet ist. Oder ist ein unvollständig gesehener Zylinder ein unvollständiger Zylinder, ein diskontinuierlich gehörter Vortrag ein diskontinuierlicher Vortrag? Eine diskontinuierliche Bewegung geschieht ruckweise, d. h. mit einer periodisch den Wert o erreichenden Geschwindigkeit. Davon kann aber in dem Dürrschen Versuche nicht die Rede sein.

In der gesamten Dürr-Marbeschen Gedankenführung handelt es sich also um eine zweimalige Problemverschiebung. Die einzig richtige Frage lautet: wie kommt Bewegung überhaupt zustande? Statt dessen wird zunächst gefragt: wie kommt kontinuierliche Bewegung zustande? wodurch der Anschein entsteht, als sei die diskontinuierliche Bewegung selber — etwa das rasche Hüpfen des Punktes über die trennende Linie hinweg — gar nicht im mindesten problematisch. Zweitens aber wird nun die diskontinuierliche Bewegung ihrerseits mit einer diskontinuierlich sichtbaren verwechselt, so daß allen Ernstes die Entstehung der stroboskopischen Scheinbewegung mit dem Übersehen einer verdeckten Bewegungsstrecke auf eine Stufe gestellt werden kann. Ich halte hiermit die Kritik der stroboskopischen Untersuchungen Marbes für abgeschlossen. Es bedeutet nur eine Zusammenfassung des bereits dargelegten, wenn ich behaupte, daß dieser Autor in jedem Punkte geirrt hat, daß er in dem wichtigsten von ihnen nicht einmal bis zur richtigen Fragestellung vorgedrungen ist, ja, daß er schließlich die eigene verkehrte Frage wiederum mißverstanden und ungenügend beantwortet hat.

XVI. Eigene Phasenausfallversuche. Das Lagegesetz.

Phasenausfallversuche sind allerdings von großer Bedeutung — nur müssen sie richtig angestellt werden. Schneiden wir etwa in dem Filmstreifen eines Kinematographen ein Phasenbild aus und kleben die entstehenden freien Ränder wieder aneinander, so haben wir die experimentellen Bedingungen für den Ausfall einer Phase hergestellt. Das Stroboskop leistet ganz dasselbe: auch hier muß stets ein geschlossener Ring von Phasenbildern am Auge vorüberziehen, ob nun Phasen ausgefallen sind oder nicht. Es ist also Erfordernis, daß die Anzahl der Spalte genau der Bilderzahl entspricht. Sind zwölf Phasen vorhanden, so wird deren Exposition auch durch zwölf Spalte bewerkstelligt: wenn dann etwa zwei Phasen wegfallen sollen, so müssen die restierenden zehn Phasen natürlich in denselben Zeitintervallen vorgeführt werden, wie vordem die zwölf; und dazu ist nötig, daß jetzt ein Zylinder mit nur zehn (natürlich untereinander gleich weit entfernten) Spalten angewandt wird. Außerdem muß noch die Rotationsgeschwindigkeit entsprechend abgeändert werden.

Aus bekannten Erfahrungen lassen sich nun schon einige Sätze über die Wirkung des Phasenausfalls ableiten. Als es Ottomar Anschütz in Lissa zum ersten Male gelang, Bewegungsphasen photographisch festzuhalten, wurde ein Vorgang, der $^3/_4$ Sek. dauerte, in zehn Einzelbilder zerlegt. Durch die Fortschritte der Momentphotographie vermag man heute denselben Vorgang in mehr als die dreifache Phasenzahl aufzulösen. Beide Bildserien lassen sich indes kinetoskopisch betrachten und beide Male sieht man eine deutliche Bewegung. Nun kann man sich offenbar die erste Serie aus der zweiten durch Phasenausfall entstanden denken: es bleibt dann eben nur jedes dritte der vorhandenen Phasenbilder erhalten. Man sieht also schon hieraus sehr deutlich, daß Phasenausfall der Bewegungsvorstellung als solcher keinen Abbruch tut. Und doch liegt in der Erreichung der Möglichkeit, so viele Phasenbilder zu verwenden ein offenbarer Fortschritt. Aber gewiß nicht in dem Sinne, daß dadurch unsere Bewegungswahrnehmung deutlicher oder ausgeprägter wird! sondern erreicht wird allein eine größere Natürlichkeit oder Treue der dargestellten Bewegungen. Das folgt schon aus einem sehr äußer-

lichen Grunde. Nicht bloße Bewegungen werden meist kinematoskopisch reproduziert, sondern Vorgänge, d. h. oft sehr komplexe Kombinationen von Bewegungen und sonstige Veränderungen. Von ihnen werden sehr viele — man denke etwa an das Mienenspiel einer dargestellten Person — den Charakter des Momentanen tragen: was natürlich ihrer Wichtigkeit für den Gesamtvorgang nicht im Wege steht. Je mehr Phasen nun ausfallen, um so mehr wächst die Wahrscheinlichkeit, gerade solche, vielleicht wesentliche Elemente zu übergehen.

Ferner kann man unschwer eine diskontinuierliche Bewegung durch geeigneten Phasenausfall in eine kontinuierliche übergehen lassen. Denn die Darstellung diskontinuierlicher Bewegungen wird meist dadurch erreicht, daß eine und dieselbe Phase wiederholt, d. h. auf mehreren einander folgenden Bildern exponiert wird. Läßt man diese Wiederholungen fort, so ist natürlich auch die Diskontinuität beseitigt.

Die interessanteste Frage aber ist: wie verändert sich die einfache, kontinuierliche Bewegung durch Phasenausfall? Hier kann nur das Experiment entscheiden.

Schon früher hatte sich uns die Exposition einer Rotationsbewegung gegenüber der anderer einfacher Bewegungen von Vorteil erwiesen, zu Phasenausfallversuchen ist sie, wie wir bald sehen werden, ganz besonders geeignet.

Ich wählte das Bild eines einfachen Rades mit vier (natürlich in gleichen Abständen befindlichen) Speichen von 7 cm Durchmesser. Radring und Speichen waren von etwa gleicher Dicke und in kräftigem Schwarz gezeichnet. Als Zeit der (konstanten) Intervalle setzte ich — um durchweg vergleichbare Resultate zu haben — zunächst stets 0,2 Sek. an. Hier war in allen Fällen Verschmelzung vorhanden. Die Phasenbilder selbst wurden so eingerichtet, daß die scheinbare Rotationsbewegung nach 24 Expositionen vollendet war: jede Speichenstellung wich also von der vorangehenden um 15° ab. Diese Differenz genügte vollkommen, um unter den geschilderten Umständen den Eindruck einer vollkommen stetigen Drehung zu liefern.

Ich ließ nun eine der — an sich ja völlig gleichwertigen — Phasen ausfallen: exponierte also mittels eines anderen Mantels bloß

23 Reize in denselben Intervallen. Es ergab sich nur eine sehr geringe Änderung der Gesamterscheinung. Von den fünf Beobachtern mit denen ich diesen und die folgenden Versuche anstellte, bemerkten nur zwei (Herr Dr. Kurtz und Herr Dr. Heidenhain) eine Änderung: die Bewegung erschien ihnen an einer Stelle minder kontinuierlich: welches jedoch diese Stelle war, konnten sie nicht genau angeben. Die anderen Herren (Herr Dr. Peters, Herr Dr. Churchill und Herr Dr. Köhler) fanden zunächst überhaupt keinen Unterschied. Erst bei längerer, aufmerksamer Beobachtung konnten auch sie eine Unregelmäßigkeit entdecken.

Das änderte sich sofort, wenn zwei Phasen hintereinander ausgefallen waren. Hier wurde nicht nur von allen Beobachtern übereinstimmend Diskontinuität wahrgenommen, sondern auch die Stelle dieser Diskontinuität, also des plötzlichen schnelleren Ruckes, mit Sicherheit angegeben. Noch deutlicher wurde das, wenn drei oder gar vier Phasen hintereinander weggelassen waren. Dabei hatte Herr Dr. Köhler noch eine besondere, auffällige Erscheinung: er konnte — anscheinend willkürlich — den Eindruck der diskontinuierlich gewordenen Bewegung mit dem eines eigentümlichen Zurückpendelns des ganzen Rad vertauschen: d. h. das Rad schien sich einen Moment sehr rasch nach der entgegengesetzten Richtung zu bewegen, um nach einem neuen Ruck sich wie gewöhnlich in der früheren Richtung weiterzudrehen. —

Ging ich nun aber noch weiter, exponierte ich also überhaupt nur neunzehn Phasen, so trat im Gegenteil, eine bedeutende Abschwächung der Erscheinung ein: die Bewegung erschien wieder fast so regelmäßig wie zu Anfang.

Merkwürdiger noch und wichtiger sind die Erscheinungen des rhythmischen Phasenausfalls. Ich verstehe darunter den regelmäßigen Ausfall einer oder mehrerer Phasen nach der Exposition je eines Bildes. Man wird meinen, darin liege gar kein neues Problem, und nach Analogie dessen, was vorhin über die Vorführung kinematographischer Bilder gesagt wurde, ließe sich vermuten, daß auch hier der Phasenausfall nur eine Verringerung der Naturtreue bewirkt. Und da der Naturvorgang, der durch unsere Phasen kopiert wird, die gleichförmige, stetige Rotation ist, so müßte der einfache Erfolg des rhythmischen Phasenausfalls eine Abnahme dieser

Stetigkeit sein. Das scheint auch zunächst völlig zu zutreffen. Lassen wir jede zweite Phase ausfallen, so ergibt sich eine Bewegung, die an sich betrachtet noch immer als stetig charakerisiert ist, verglichen mit der früheren Reihe aber bereits einen merklichen Mangel an Kontinuität aufweist. Dieser Mangel wird sich natürlich proportional mit der Anzahl der beseitigten Phasen steigern. Wir lassen daher beispielsweise gleich drei Bilder hintereinander ausfallen, so daß also nur die 1., 5., 9., 13. und 21. Phase exponiert werden. Das Ergebnis ist — nicht das erwartete, sondern eine recht deutliche, kontinuierliche Bewegung, jedoch nach entgegengesetzter Richtung! Fallen sieben Phasen rhythmisch aus, so ist die Bewegung der vorigen ganz gleich, die Richtung hingegen wieder die ursprüngliche. Und werden endlich immer fünf Phasen übersprungen, so hört die Bewegung gänzlich auf: das Rad verharrt in seiner ursprünglichen Stellung.

Welche Gesetzmäßigkeit liegt diesen merkwürdigen Erscheinungen zu Grunde? In einem Falle ist sie sehr leicht zu erkennen. Beim rhythmischen Ausfalle einer gewissen Zahl von Phasen (in unserem Falle fünf) muß das Rad allerdings ruhend erscheinen. Denken wir uns die Phasenbilder auf photographischem Wege entstanden, so ist freilich die Speiche, welche etwa auf dem ersten Bilde die vertikale Stellung einnahm, auf dem siebenten in die horizontale gelangt, zugleich aber steht eine andere, vorher horizontal gelegene Speiche jetzt in der vertikalen Richtung. Da für die beiden anderen Speichen Analoges gilt, ergibt sich, daß das Gesamtbild des Rades überhaupt keine Veränderung erleidet. Wenn uns aber ein und dasselbe Bild in kurzen Intervallen vorgeführt wird, so kann daraus natürlich keine Bewegungswahrnehmung entstehen. Wir haben es also hier mit einer bloßen »Identifikationstäuschung« zu tun.

Wann aber entsteht dann eine Bewegungswahrnehmung? Hierauf antwortet — teilweise wenigstens — der Versuch mit dem Ausfall dreier Phasen: also die Änderung der Richtung.

Wir gehen wieder von dem Bilde mit horizonaler und vertikaler Speichenstellung aus: die obere Speiche sei die erste, die links liegende die zweite. Dann ist auf dem fünften Bilde die erste Speiche um vier Vierundzwanzigstel der Peripherie von ihrer ursprünglichen Stellung entfernt, hingegen die zweite nur um zwei solche Teile. Da

nun auch jetzt wieder beide Speichen vollkommen gleichartig sind, so zeigt in der zweiten Exposition das Bild der zweiten Speiche eine geringere Abweichung von dem ursprünglichen Bilde als dasjenige der ersten selber. Die Bewegung entspricht aber der geringsten Abweichung, und es folgt ganz allgemein: Werden mehrere ihrem Aussehen nach gleiche Bilder in der früher erörterten Weise vorgeführt, so gelten sie dem Beobachter als ein Bild; zeigen sie außerdem noch kleine Abweichungen in ihrer Lage, so scheint sich das resultierende Bild aus der einen Lage in die andere zu bewegen. Werden gleichzeitig mehrere, an sich gleiche Bilder in verschiedener Lage geboten, so erfolgt die Bewegung in der Richtung kleinster Abweichung.

Hierin scheinen zwei Gesetze zu liegen: eines, das die Identifikation bestimmt und ein zweites, von dem die Bewegung abhängt. Für jene kommt die Gleichartigkeit des Aussehens, für diese die Lagedifferenz in Betracht. Zwischen beiden Gesetzen besteht aber offenbar eine sehr enge Beziehung. Denn, wie wir wissen, setzt Bewegung stets Identifikation voraus. Identifikation ohne Lagedifferenz hingegen ergibt stets den Eindruck des ruhenden Objektes. Es entsteht die Frage, ob ebenso allgemein auch das Umgekehrte gilt: ob Identifikation bei Lagedifferenz stets den Eindruck der Bewegung ergibt. Es wäre sehr wohl denkbar, daß bei einer Reihe rasch folgender Expositionen ein Gegenstand zwar in jener anschaulichen und zwingenden Weise als immer derselbe gilt, aber trotz Lagedifferenz nicht als Bewegungsphase erscheint. Zu erwarten wäre das besonders in den Fällen, wo entweder die Lagedifferenz zu groß ist, oder die neue Lage entsprechend der Natur des Dargestellten eine Bewegungsvorstellung ausschließt. Doch davon kann erst in anderem Zusammenhange die Rede sein.

Wie aufklärend indes schon die bisherigen Versuche sind, zeigt das folgende.

Es fehlt noch der wichtigste unter den Phasenausfallversuchen. Was geschieht, wenn in unserem Versuche zwei Phasen rhythmisch ausfallen? Dann sind also bloß solche Radbilder dargeboten, deren Speichenstellungen um 45° von einander abweichen: innerhalb des Radkranzes wird demnach immer abwechselnd ein stehendes und ein liegendes Kreuz exponiert. Das Interessante ist hier, daß sich unser

Bewegungsgesetz nicht anwenden läßt. Die Lagedifferenz beträgt nach links und rechts gleich viel. Deshalb schien es mir einigermaßen wahrscheinlich, daß hier überhaupt gar keine Bewegungswahrnehmung eintreten würde. Genau das Gegenteil war der Fall. Es war auch hier stets eine Bewegung zu sehen, nur erfolgte sie — und das ist das auffallende — in ganz verschiedenem Sinne. Es wurden nicht weniger als vier verschiedene Bewegungen gesehen, von denen aber nur zwei Rotationsbewegungen waren: diese dominierten allerdings bei weitem. Das Rad drehte sich nicht selten innerhalb eines einzigen Versuches — der Versuch dauerte zwanzig bis dreißig Sekunden — bald im Uhrzeigersinne, bald umgekehrt.

Herr Dr. Witwitzki, ein sehr zuverlässiger und gründlicher Beobachter, der außer den schon genannten Herren ebenfalls an diesen Experimenten beteiligt war, behauptete, geradezu willkürlich mit der Drehungsrichtung wechseln zu können. Dabei war das Verfahren unwissentlieh: die Versuchspersonen kannten also die objektiven Verhältnisse nicht — wenigstens zunächst: denn des Eigenartige des Ergebnisses ließ sie bald den wahren Sachverhalt vermuten.

Auch bei den übrigen Herren war jener Wechsel stets leicht zu erreichen: in keinem Falle geschah dies jedoch durch eine Änderung in der objektiven Folge der Bilder. Es bleibt also gerade das Vorgehen erfolglos, das normaler Weise stets den Effekt einer Umkehr der Bewegungsrichtung nach sich zieht. Dies ist sonst nämlich so regelmäßig der Fall, daß dabei sogar völlig paradoxe Zusammenhänge nicht stören können:

Bei einer kinematographischen Vorführung bekam ich einmal einen sonderbaren Vorgang zu Gesicht. Ein Schwimmbad wurde dargestellt. Alles ist ruhig, kein Mensch zu sehen. Da schäumt plötzlich das Wasser: zwei Füße tauchen hervor, ein Rumpf folgt nach, und ein Kopf zuletzt, und schließlich steigt ein ganzer Schwimmer mitten durch die Luft, der Schwere entgegen zum Sprungbreit empor und läuft dann schnell und sicher zur Erde hinab — doch immer rückwärts.

Das Wunder ist leicht vollbracht. Die Filmrolle braucht nur verkehrt eingelegt zu sein: es folgen dann die Bilder in umgekehrter Folge. Das Stroboskop vollends macht den Effekt besonders leicht: hier genügt es, die Drehungsrichtung umzukehren. Nur

bei dem letzten Versuche ist das vergeblich: die Richtung, in der sich das exponierte Rad zu drehen scheint, ist unabhängig von der Rotationsrichtung[1]) des Apparates selber.

Das spricht natürlich stark für die Beteiligung subjektiver Faktoren. Aber welcher? Man wird an Augenbewegungen denken. Freilich zwang ja meine Versuchsanordnung die Beobachter zum Fixieren Beweisend ist dies indes noch nicht; deshalb brachte ich nunmehr im Zentrum meiner Objekte ein neues Bild an: d. h. ich überklebte die Mitte mit einer kleineren kreisrunden Scheibe, auf die wiederum ein Rad gezeichnet war und zwar in genau derselben Phasenstellung, nur modifiziert: auf dem stehenden Kreuz war das liegende, auf dem liegenden das stehende Kreuz angebracht. Es gelang dann allen meinen Beobachtern, wenn auch erst nach einiger Übung, die beiden Räder gleichzeitig nach verschiedenen Richtungen rotieren zu sehen. Dabei war es nicht unbedingt nötig, das kleine Rad in der Mitte des großen zu befestigen. Es konnte ebenso gut an der Seite aufgezeichnet sein: das hatte sogar den Vorteil, daß hier die Phasenstellung bei beiden Räder dieselbe sein konnte: aber selbst dann gelang es noch, die entgegengesetzte Drehung zu bewirken.

Ich halte damit für erwiesen, daß Augenbewegungen an dem Phänomen nicht beteiligt sind. Man könnte eher an Tendenzen zu Augenbewegungen denken; noch näher liegt es vielleicht, ein einfaches apperzeptives Verfolgen[2]) der Speichen anzunehmen — analog etwa den Wanderungen der Aufmerksamkeit, wie sie z. B. beim Lesen aufzutreten pflegen.

Suggestive Momente vermochten die Erscheinung zu beeinflussen. Ich bat die Beobachter irgend eine, mir jeweils ganz gleichgültige Erscheinung zu beachten (z. B. die Anzahl der ausgefallenen Phasen) und gab ihnen dazu gleichsam zu ihrer Erleichterung eine bestimmte Drehrichtung an: diese sollte dann wirklich gesehen werden. Hinderlich war nur der Umstand, daß die Versuchsanordnung der Natur der Sache nach nicht lange verborgen bleiben konnte.

---

[1]) Dem Beobachter war der früher beschriebenen Versuchsanordnung gemäß die Rotationsrichtung des Zylinders verborgen.

[2]) Genauer müßte es heißen, ein apperzeptives Übergehen von der einen Speiche zur anderen. Das Wort »Verfolgen« führt leicht zu dem Mißverständnis, es wäre schon eine Bewegung vorhanden.

Trotzdem sah Herr Dr. Peters siebenmal hintereinander die Drehung wechseln — wie ihm befohlen. Aber auch bei den übrigen Herren glückte doch wenigstens der erste derartige Versuch und bei Herrn Dr. Churchill die ersten drei.

Außer der Rotationsbewegung konnte nun, wenn auch seltener eine »Pendelbewegung« gesehen werden, das heißt: das Rad schien immer nur zwischen zwei Lagen hin- und herzurücken. Hier wurden also die ursprünglich (also bei der Zeichnung) als identisch aufgefaßten Speichen gar nicht mehr identifiziert, sondern immer nur dieselben beiden Nachbarspeichen.

Dieses »Pendeln« stellte sich gelegentlich bei allen Beobachtern ein, die folgende Erscheinung dagegen, auf die mich Herr Dr. Witwitzki aufmerksam machte, gelang außer ihm nur noch Herrn Dr. Heidenhain und mir selbst, uns allen aber nur vorübergehend. Sie war die sonderbarste von allen. Der Radkranz stand jetzt still, um so lebhafter aber war die Speichenbewegung: jede Speiche schien sich in ihrer Längsrichtung zu spalten. Die so entstandenen Hälften klappten auseinander, bewegten sich schnell nach entgegengesetzter Richtung, trafen sich in der neuen Phasenstellung, wo sie für einen Moment wieder Speicheneinheiten zu bilden schienen, um sich alsbald wieder in derselben Weise zu trennen. Hier wird also jede Speiche mit jeder ihrer beiden Nachbarspeichen identifiziert. Bei solcher Identifikation ist dann freilich, wenn überhaupt Bewegung gesehen werden soll, jene komplizierte allein möglich.

Die Wichtigkeit gerade der letzten Versuche leuchtet wohl ein. Wir werden ihnen noch begegnen[1]): zunächst aber bedarf es einer prinzipiellen, von unseren Täuschungsphänomenen unabhängigen Untersuchung der kinetoskopischen Frage.

XVII. Das allgemeine Problem des Sehens von Bewegungen.

Es ist das unbestreitbare Verdienst Exners, das eigenartige Problem, das im Sehen von Bewegungen liegt, zuerst hervorgehoben zu haben[2]). Seine Entdeckung besteht in der scharfen

[1]) Vgl. vor allem S. 516 ff.

[2]) Exner: Über das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammenges. Auges. Wiener Sitzungsbericht Bd. III, 1875, S. 156 ff. Ferner Pflügers Archiv, Bd. XI, S. 431: Exper. Untersuchungen üb. die einf. psych. Prozesse III. Abh.

Scheidung von »sinnlicher« Bewegungswahrnehmung und logischer Erschließung von Bewegung.

Normale Bedingungen, also direktes Sehen vorausgesetzt, lassen sich nur langsame Bewegungen nach logischem Schema interpretieren: weil ein Objekt erst an diesem und bald darauf an jenem Orte ist, wird gefolgert: es hat sich bewegt. Schnelle Bewegungen dagegen werden gesehen. Das bekannte Beispiel Exners sind die Zeiger der Taschenuhr. Die Bewegung des Minutenzeigers, ganz sicher aber die des Stundenzeigers wird auf Grund von Erinnerungsdaten erschlossen, die des Sekundenzeigers dagegen gesehen. Für die unbefangene Beobachtung kennzeichnet sich dieses Sehen von Bewegungen — wie Exner meint — ganz zwingend als elementare Empfindung; also — schließt er weiter — gibt es eine spezifische Bewegungsempfindung.

Zugunsten einer solchen Empfindung pflegen noch andere, teils von Exner selbst, teils von Aubert, Schneider, Dvorak u. a. aufgefundene Tatsachen ins Feld geführt zu werden[1]). Die wichtigsten sind folgende.

1. Treten zwei Lichtblitze sukzessiv auf getrennten Netzhautstellen auf, so werden sie als gleichzeitig aufgefaßt, falls das Intervall zwischen ihnen eine gewisse sehr kleine Zeitspanne (0,045 Sek.) nicht übertrifft. Man wird also erwarten, daß die Bewegung eines hellen Punktes von einer ebensolchen Stelle zur anderen auch nicht als Bewegung, sondern als simultane Lichtlinie gesehen wird. Sie wird indessen dennoch als Bewegung gesehen und jene Minimalzeit sinkt um ein beträchtliches Stück (auf 0,014 Sek.).

2. Für mäßig bewegte Objekte ist die Unterschiedsempfindlichkeit größer als für ruhende: ein nicht mehr sichtbarer Schatten wird sichtbar, sobald das Objekt, von dem er ausgeht, bewegt wird. Ebenso unterstützen derartig bewegte Objekte die Aufmerksamkeit (Tücherschwenken).

3. Endlich unterscheidet sich auch die Sehschärfe für bewegliche Objekte von der für ruhende. In den Seitenteilen der Netzhaut

---

[1]) Aubert, Pflügers Archiv Bd. 39, Schneider, Vierteljahrschr. f. w. Ph. Bd. 2; eine genaue Übersicht über die gesamte Literatur des Gegenstandes findet sich bei W. Stern: Zeitschr. für Ps. Bd. 7, (1894) S. 321 ff.

wenigstens ist sie größer. Schiebt man im Gesichtsfelde des indirekten Sehens einen hellen Streifen hin und her, so kann die Elongation dieser Bewegung viel (etwa viermal) geringer sein als der eben bemerkbare Zwischenraum zwischen zwei ruhenden Streifen.

4. Es können, besonders im indirekten Sehen, Bewegungen bemerkt werden, denen die Wahrnehmung der Richtung fehlt. —

Solche Beobachtungen entbehren gewiß nicht der tatsächlichen Grundlage. Die Frage ist, ob sie für die Existenz einer besonderen Bewegungsempfindung beweisend sind.

Stern[1]) bestreitet das. Mit den negativen Ergebnissen Exners aber stimmt er völlig überein: Schlüsse, Vergleichungsprozesse und Erinnerungen sind auch für ihn nicht an der direkten Bewegungswahrnehmung beteiligt. Es besteht also — meint auch Stern — eine Bewegungsempfindung[2]): nur ist sie nichts Letztes, Unanalysierbares. Stern sträubt sich gegen die Annahme, in dieser Empfindung etwas ebenso elementares zu sehen wie in der Empfindung blau oder im süßen Geschmack. Aber wir können ja — meint er weiter — auch einen simultanen Komplex von Empfindungen oder aber ein einziges Empfindungsmoment als die Bewegungsempfindung auffassen: nötig ist dazu nur, daß dieser Komplex oder dieses Moment als ständige Begleiterscheinung einer Bewegung auftritt und uns dadurch die Bewegung symbolisiert oder (wie Stern sagt) zum Wahrzeichen der Bewegung wird. Jedenfalls bleibt dann der Empfindungscharakter der Bewegungswahrnehmung vollständig gewahrt.

Gegen Exners Auffassung besteht ein prinzipieller Einwand, der sich bei Stern nicht findet. Warum bezeichnen wir die schnelle, »gesehene« Bewegung eben so gut als Bewegung wie die langsame, bloß erschlossene? Doch nur auf Grund eines beiden gemeinsamen Elementes. Also müssen wir entweder das spezifische Element der schnellen Bewegung auch in der langsamen voraussetzen — und das wäre unsinnig, weil überflüssig[3]) oder die Wahrnehmung der schnellen Bewegung gleichfalls ihres elementaren Charakters be-

[1]) a. a. O. § 37, S. 354.

[2]) Freilich vermeidet Stern den Ausdruck Bewegungsempfindung, weil er zu Mißverständnissen Anlaß geben könnte: Mach und Goldscheider bezeichnen bekanntlich etwas ganz anderes mit demselben Worte.

[3]) Es hätte dann ja eben keinen Sinn mehr, sie noch besonders zu erschließen.

rauben. Damit fällt aber die Annahme einer spezifischen Bewegungsempfindung.

Weiterhin aber und vor allem bedarf der Ausgangspunkt, die beiden Autoren gemeinsame Grundanschauung, noch der besonderen Analyse.

Offenbar erwächst diese gemeinsame Anschauung aus dem Gegensatz gegen die Vergleichungstheorie. Daraus, daß es eine Bewegungswahrnehmung gibt, an der keine Erinnerung beteiligt ist, wird geschlossen, daß sie eine Empfindung sein muß. Denn — so ist das Enthymem zu ergänzen — alle (gegenständlichen) Wahrnehmungen, an denen die Erinnerung nicht beteiligt ist, sind notwendigerweise Empfindungen.

Der Schluß scheint unanfechtbar, in Wahrheit bedeutet er nur ein Spiel mit dem Worte Empfindung.

Der Empfindung steht die Erinnerung gegenüber. Das Bewußtsein zeitlicher Getrenntheit, das Bewußtsein des Vorausgehens, der Vergangenheit, knüpft sich für Exner unmittelbar an den Begriff der Erinnerung und umgekehrt, das Bewußtsein des Gegenwärtigen, Momentanen an den der Empfindung. Genau so argumentiert auch Stern. Deshalb nimmt er ebenfalls lediglich simultane Faktoren als Grundlage seiner Bewegungsempfindungen an: insbesondere weist er dem Nachbildstreifen eine große Bedeutung zu, dem Nachbildstreifen, der uns ja von ganz anderen Betrachtungen her wohlbekannt ist[1]). Und hier ist in der Tat das Prinzip der simultanen Empfindung vollkommen gewahrt: insofern nämlich nicht das Fortschreiten des Streifens die Bewegung andeutet, sondern eben der simultan gegebene Streifen selbst.

Es wird also verlangt, daß dasjenige, was seinem Ausgangspunkte nach, nämlich als physikalischer Reizvorgang, sicherlich nicht simultan ist, simultan werde, gerade um uns recht unmittelbar dieses Nicht-Simultane — nämlich die Bewegung — zu vermitteln. Nur so kann das, was mehrere Momente beansprucht, auf einen zusammengedrängt, nur so empfunden werden.

Aber was heißt das im Grunde? In der Empfindung soll nur das Momentane liegen. Kann aber damit im Ernst gemeint sein, sie

---

[1]) Vgl. oben S. 444 ff.

dauere nur einen Moment? Haben Empfindungen nicht sehr verschiedene Dauer? Vielleicht meint man: gewiß haben die Empfindungen Dauer, aber gerade die Dauer empfinden wir nicht, wir haben durchaus nicht das Erlebnis einer so oder so beschaffenen Empfindung und außerdem noch das Erlebnis einer Zeitdauer dieser Empfindung. Das ist vollkommen richtig, aber nur wenn es heißen soll, daß wir zur Behauptung der Dauer einer Empfindung nur auf dem Wege der Abstraktion gelangen. Die Zeitdauer haftet nicht an der Empfindung wie die Farbe auf der Leinwand oder der Leim am Holze: sie ist in diesem Sinne tatsächlich gar nicht vorhanden. Aber dennoch unterscheiden wir einen Lichtblitz von $^1/_4$ Sek. ganz unmittelbar aufs deutlichste von einer Lichtempfindung, die 1 Sek. und länger währt, auch bei vollkommenster Gleichheit in allen anderen Hinsichten.

Eben weil es sich hier also um ein Abstraktionsprodukt handelt, muß die notwendige Grundlage dieser Abstraktion in den Empfindungen, aus denen abstrahiert wird, selbst enthalten sein. Und nichts anderes als diese Grundlage meinen wir, wenn wir vom Erlebnis der Dauer der Empfindung reden.

Ebenso nun, wie wir aus dem empirisch gegebenen Gesamtkomplex die Dauer abstrahierend herausheben können, so können wir auch umgekehrt die Gesamtheit der übrigen Empfindungseigenschaften isolieren oder mit anderen Worten von der Dauer absehen: und wir tun dies gemeinhin, da eben die Dauer allen Bewußtseinserlebnissen anhaftet, also nicht eigentlich die Empfindungen kennzeichnet. So können wir mit dauerlosen Empfindungen in demselben Sinne rechnen, wie in der Mathematik mit farblosen Flächen oder ausdehnungslosen Punkten. Vergißt man diese ihre abstrakte Natur, so gelangt man zu der Fiktion realer Empfindungen ohne Dauer. Ein weiterer Trugschluß läßt dann dauerlos und momentan identifizieren und — wir sind wirklich bei dem Satze angelangt, daß die Empfindungen den Charakter des Momentanen an sich tragen oder daß das Bewußtsein des Momentanen an die Empfindungen geknüpft ist.

Doch wir dürfen so grobe Irrtümer nicht ohne weiteres voraussetzen. Jenes »Geknüpftsein« des zeitlich getrennten an die Erinnerung und des Gegenwärtigen an die Empfindung kann auch noch einen anderen Sinn haben. Es kann besagen: die Erinnerung be-

zieht sich auf zeitlich Vorausliegendes, die Empfindung auf Gegenwärtiges. Oder kürzer und einfacher: der Empfindung fehlt das Moment, das die Erinnerung kennzeichnet und notwendigerweise kennzeichnen muß: der Hinweis auf ein früheres Erlebnis.

Offenbar ist dies die Meinung, und sie scheint sehr einleuchtend: in Wahrheit unterliegt sie ganz ähnlichen Einwänden wie die vorige. Daß sich die Empfindung nur auf Gegenwärtiges bezieht, ist nicht wahr. Es wäre ja sonst wieder völlig unerklärlich, daß wir die Dauer einer Empfindung oder exakt gesprochen dasjenige, woraus wir ihre Dauer abstrahieren können, unmittelbar erleben. Denn Dauer oder was ihr zugrunde liegt, bezeichnet offenbar das Nicht-Simultane der Empfindung, d. h. das Mehr oder Minder dessen, was einem gegebenen gegenwärtigen Momente der Beobachtung vorausgeht.

In einem anderen Sinne freilich ist eine Empfindung oder ein Empfindungskomplex doch auch wiederum simultan. Ein kurzes Geräusch, eine Reihe von Taktschlägen oder ein gesprochenes Wort ist als Ganzes im Bewußtsein gegenwärtig: wir fassen es als Ganzes auf und es wirkt als eine einzige simultane Einheit; aber sind die einzelnen Laute deshalb simultan? Hören wir die Taktschläge gleichzeitig? Das wäre ja völlig absurd. Vielmehr unterscheiden wir mit aller Deutlichkeit zwischen gleichzeitigen und rasch folgenden Eindrücken.

Oder genauer: Ein Geräusch oder Wort erscheint als simultanes Gebilde dann und nur dann, wenn es uns sein Wirken, sein Sichgeltendmachen, sein Aufgefaßtwerden, kurz sein Dasein in unserem Bewußtsein bedeutet, aber es ist nicht simultan, d. h. die Eindrücke als solche, nach der »Gegenstandsseite« betrachtet, sind eine Folge. Und sie sind es nicht bloß, sondern erscheinen uns unmittelbar so, sobald wir eben nur diese Seite betrachten. Deshalb ist es zweckmäßig, den Sachverhalt von vornherein von der Bewußtseinssphäre aus zu kennzeichnen. Das tun wir, wenn wir sagen: das Wort, das Geräusch, die Taktreihe werden als simultanes Ganze perzipiert, nur ein Teil davon aber, nämlich alles, was im jeweiligen Momente der Beobachtung »gegenwärtig« ist, wird apperzipiert[1]).

Solange man freilich in der Apperzeption einen psychologischen

---

[1]) Vgl. Wundt, Grundriß der Ps., §§ 15, [6] und besonders 11, [10] u. [11].

Luxusbegriff sieht, eine Art »Oberseele«, wie Ziehen[1]) meint, und nicht das, was sie ist, nämlich eine der allerwichtigsten psychologischen Tatsachen, solange wird man sich die Einsicht in einen Sachverhalt, wie den vorliegenden, immer künstlich erschweren.

Zugleich ist nun auch klar geworden, wie das Sehen von Bewegungen einzig und allein aufgefaßt werden kann. Richtig ist dieses: die Erinnerung ist nicht beteiligt. Ein Reproduktionsprozeß, ein Vorgang, durch den etwas früher erlebtes wieder »da« zu sein scheint und zwar nicht überhaupt, sondern zugleich mit dem Bewußtsein, daß es früher erlebt wurde, ein solcher Vorgang findet ganz gewiß nicht statt. Das Sehen von Bewegungen hat also in diesem Sinne wirklich Empfindungscharakter. Gleichwohl oder gerade deshalb ist das in den unmittelbar vorangehenden Momenten Erlebte noch »da«, aber nicht reproduziert, überhaupt nicht mit dem Bewußtsein des früher schon Dagewesenen und also Erneuerten, sondern durchaus mit dem des gegenwärtigen Erlebens. Die einzelnen Phasen sind wirklich zu einer und derselben Zeit vorhanden — nämlich in unserem Bewußtsein, sie sind, wenn schon simultan, so doch bewußtseinssimultan, sie sind simultan in demselben Sinne wie die einzelnen Laute des gesprochenen Wortes für die Auffassung; aber sie sind es gewiß nicht im Sinne des geschriebenen Wortes auf dem Papier. So aber faßt sie Stern, der nicht zwischen Perzeption und Apperzeption unterscheidet und damit ein Beispiel jener grobsinnlichen Deutung des Psychischen gibt, wie sie bei einigen modernen Psychologen nun einmal üblich geworden ist: was im Bewußtsein als Einheit auftritt, muß auch eine irgend wie äußerlich manifestierte Einheit bilden — die Phasenbilder, die in meinem Bewußtsein zusammen vorhanden sind, müssen auch auf der Netzhaut zusammen sein. Freilich verbindet sich alles, was auf der Netzhaut zusammen gegeben ist, mit dem Bewußtsein der Gleichzeitigkeit. Aber Bewußtsein der Gleichzeitigkeit und Gleichzeitigkeit im Bewußtsein sind ganz verschiedene Dinge.

XVIII. Sterns Faktoren der Bewegungswahrnehmung.

Stern spricht von drei Faktoren, die für das Zustandekommen der Bewegungswahrnehmung maßgebend sein sollen, und die natür-

[1]) Ziehen, Leitfaden der phys. Psych. 6. Aufl. S. 41.

lich alle drei der Forderung der Simultanität in seinem Sinne genügen müssen: der veränderten Reizung, dem schon erwähnten Nachbildstreifen und der Augenbewegung. Über das letzte dieser Prinzipien können wir schnell hinweg gehen. Es ist durchaus Sterns Meinung, daß Augenbewegungen eine verhältnismäßig untergeordnete Bedeutung haben: wir suchen den wahrgenommenen Gegenstand während seiner Bewegung möglichst genau zu sehen und müssen ihn daher nicht nur verfolgen, sondern haben auch vor, nach und eventuell während dieser Verfolgung die Augen neu einzustellen, woraus sich manche Bewegungstäuschungen erklären[1]).

Immer aber sind es die optischen Faktoren, die durch jene nichtoptischen Tatsachen bloß modifiziert werden und daher die betreffenden Bewegungswahrnehmungen im eigentlichen Sinne bewirken. Die veränderte Reizung nun ist ein solcher optischer Faktor. Stern versteht darunter den Intensitätswechsel an einer bestimmten Stelle der Netzhaut. Man wird denken, ein solcher Wechsel könne an sich keine Bewegungswahrnehmung begründen. In der Tat ist das auch nicht Sterns Meinung: es handelt sich nur um ein Bewegungssurrogat. Immerhin werden wir auch vom dürftigsten Surrogate zu fordern haben, daß es die schlechterdings notwendigen Merkzeichen der Bewegung uns in irgend einer Weise nahe zu bringen vermag: zu ihnen gehört die Richtung, und da ein bloßer Intensitätswechsel natürlich keine Richtung erkennen läßt, so handelt es sich hier im Grunde noch gar nicht einmal um ein Surrogat. Wenn irgend wo im Gesichtsfelde plötzlich ein Reiz auftaucht, so ist das eben für den Beobachter noch durchaus keine Bewegung, wie wir gerade aus unseren stroboskopischen Experimenten zur Genüge wissen.

Und doch hat Stern recht, wenn er glaubt, auf diese Weise einige jener Eigentümlichkeiten des »Sehens von Bewegungen« erklären zu können. Bewegung sehen kann eben wieder zweierlei heißen: erstens das Sehen von etwas, das tatsächlich in Bewegung ist, zweitens aber das Sehen als Bewegung[2]). In anderen Fällen gilt ja ähnliches: auch der Farbenblinde sieht in jenem ersten Sinne Farben; er sieht sie aber gewiß nicht im zweiten Sinne, d. h. er

---

[1]) So das »kriechende Aschenhäufchen«. Vgl. Hoppe, Die Scheinbewegungen, Würzburg 1876, S. 1 ff.

[2]) Genauer: Das Sehen eines Gegenstandes als eines bewegten.

sieht sie nicht als Farben. Im ersten Sinne sehen wir sogar die Bewegung des Stundenzeigers: wir sehen ja etwas, das sich tatsächlich bewegt, aber wir sehen durchaus nicht, daß es sich bewegt. Und so nehmen wir denn auch bei geschlossenen Augen und im indirekten Sehen die Bewegung eines Gegenstandes selbst dann noch wahr, wenn wir nichts anderes sehen als das Auftauchen und Verschwinden eines Schattens: nur muß uns hier entweder gesagt werden, daß das Bewegung war, oder aber der Gedanke daran stellt sich bald darauf von selber ein. Im letzten Falle wird vielleicht der Glaube ermöglicht, die Täuschung sei wirklich gesehen worden, was natürlich keinesfalls hindert, daß sie tatsächlich nicht gesehen wurde; und deshalb hat Stern[1]) entschieden unrecht, wenn er von jener »veränderten Reizung« meint, sie erkläre »die scheinbare Absurdität, daß wir Bewegungen ohne Richtung wahrnehmen können«. Die scheinbare Absurdität bedarf gar keiner Erklärung, da sie überhaupt nicht besteht. Intensive oder qualitative Änderungen an einer Stelle des Gesichtsfeldes müssen allerdings bei allen optischen Bewegungswahrnehmungen auftreten: mit dem Sehen von Bewegungen haben sie nur soviel zu tun als etwa die Helligkeitsempfindung mit der Empfindung einer bestimmten Farbe.

Die größere Unterschiedsempfindlichkeit für Bewegungen reduziert sich mithin einfach auf eine größere Unterschiedsempfindlichkeit für sukzedierende Reize gegenüber derjenigen für simultane und räumlich benarchbarte, also auf das, was Stern Veränderungsempfindlichkeit nennt. Die nähere Erörterung dieser Tatsache, die auch die leichtere Erregung der Aufmerksamkeit durch bewegte Gegenstände verständlich machen dürfte, gehört deshalb gar nicht hierher.

Die größere Sehschärfe für Bewegungen führt Stern in sehr geistreicher Weise auf Irradiationserscheinungen zurück. Seine Versuche ergaben nämlich, daß die Sehschärfe für Ruhe und Bewegung gleich wurde, sobald nur Irradiation ausgeschlossen war. Da nun im indirekten Sehen infolge schlechter Akkommodation gewöhnlich starke Irradiation vorhanden ist, so begreift sich zunächst die Verschiedenheit beider Sehschärfen in den Seitenteilen der Netzhaut. Ferner muß für ruhende Gegenstände die einleuchtende Regel

---

[1]) a. a. O. § 40, S. 359.

gelten, daß je größer die Irradiation, um so geringer die Sehschärfe ist, und da dieser Satz natürlich für bewegte Reize keinen Sinn geben kann, so folgt in der Tat, daß im indirekten Sehen die Sehschärfe für bewegte Objekte größer ist als für ruhende.

Ist aber das, was in diesem Falle gesehen wird, nicht eine Bewegung im eigentlichen Sinne, d. h. kommt ihr nicht doch eine Richtung zu? Es scheint wirklich so. Wenigstens ist nirgends das Gegenteil bewiesen. Dann aber ist es sonderbar, daß wir die Erscheinung ohne weiteres auf das Prinzip der veränderten Reizung zurückgeführt finden, von dem der Autor doch mit allem Nachdruck hervorhebt, es könne zur Wahrnehmung der Richtung nichts beitragen[1]).

Das allersonderbarste aber ist dieses: Stern bemerkt in keiner Weise, daß jenes Prinzip — mag nun von Bewegungen die Rede sein oder nicht — seinen eigenen Anschauungen gerade entgegensteht: d. h. er will es nicht bemerken. Er glaubt allen Ernstes, ein rascher Wechsel der Intensität könne von uns auf Grund einer einzigen, momentanen Empfindung aufgefaßt werden! Als ob nicht eben mit der Tatsache des Wechsels eine Mehrheit von Empfindungsmomenten behauptet wäre. Ja, Stern geht noch weiter: er spricht von einer spezifischen Übergangsempfindung, die er auch Neuheitsqualität nennt. Wird eine homogene Fläche ihrer Intensität nach rasch verändert, so kann man diese Veränderung oder diesen »Übergang als solchen« wahrnehmen[2]); die vorhergehende und die nachfolgende Empfindung erscheinen gleich, und die scheinbare Stabilität wird nur dadurch unterbrochen, daß ein »undefinierbares Etwas« über die Fläche huscht. Die Behauptung, der Übergang werde »als solcher« wahrgenommen erinnert einigermaßen an den Universalienstreit des Mittelalters. Nein, einen Übergang als solchen können wir nicht wahrnehmen, ebensowenig wie eine Tugend als solche oder eine Anzahl als solche oder auch nur eine Bewegung als solche. Wahrnehmen können wir immer nur tugendhafte Menschen, Anzahlen von Dingen, bewegte und ineinander übergehende, also sich verändernde Objekte. Denn Veränderung und Bewegung sind

[1]) a. a. O. § 40, S. 359.
[2]) Zeitschr. für Ps. Bd. 7, S. 275.

nun einmal an sich keine Gegenstände, sondern Beziehungen: die Sprache freilich macht sie zu Gegenständen und muß es tun, nur um sie überhaupt handhaben zu können. Vielleicht auch ist es nicht bloß die Sprache, die solche Vergegenständlichung vornimmt, und dann versteht man Meinong, wenn ihm solche Beziehungen zu »Gegenständen höherer Ordnung« werden, aber Gegenstände im ursprünglichen Sinne sind sie deshalb noch längst nicht; sie mit Stern zu Gegenständen der sinnlichen Wahrnehmung zu machen, das ist schlechterdings Scholastik, die auch durch die modernste Psychologie nicht gerechtfertigt wird — und beriefe sie sich auf noch so viel Experimente.

Sterns Versuch erlaubt eine andere, sehr naheliegende Interpretation. Sukzedierende Reize, die aber im Bewußtsein noch vorhanden sind, zeigen eine größere Unterschiedsempfindlichkeit als solche, die es nicht mehr sind und also einen Reproduktionsprozeß nötig machen. Freilich kann Stern diese Deutung nicht zugeben, denn sie setzt voraus, daß ein Unterschied zwischen Simultanität im eigentlichen, apperzeptiven Sinne und Bewußtseinssimultanität gemacht wird, welcher Unterschied eben für Stern nicht besteht. Und so hilft denn nichts: er ist genötigt, die tatsächliche Sukzession zu etwas realiter simultanen zu machen.

Das vollkommenste Empfindungswahrzeichen der Bewegung soll nun der Nachbildstreifen sein. Er erfüllt alle Bedingungen, die der Autor stellt: die Nachbilder, die durch die sukzessive Reizung eines Netzhautkontinuums entstehen, bilden eine simultane Einheit: ein Nacheinander wird in ein Nebeneinander verwandelt und ermöglicht auf diese Weise ebenfalls, »daß zu seiner Auffassung wiederum ein Zeitmoment genügt«, nämlich der, in dem der abgestufte Nachbildstreifen die Aufmerksamkeit erweckt. Abgestuft ist der Streifen, weil im gegebenen Moment die früher erregten Teile allemal intensiver sind als die später erregten. Abstufung und Ausdehnung vermögen daher Sinn und Richtung der Bewegung anzuzeigen, aber selbst die Geschwindigkeit sollen wir aus allerlei Anzeichen — Länge, Deutlichkeit, Helligkeit — herauslesen können. Nach Stern ist daher — wie schon erwähnt — der Nachbildstreifen beim Sehen von Bewegungen ganz vorwiegend beteiligt. Er erklärt auch die meisten Täuschungen.

Ferner soll die Merkwürdigkeit, daß »die Wahrnehmung der Bewegung nicht an die gesonderte Auffassung einer Mehrheit von Zeitpunkten gebunden ist[1])« sich ebenfalls auf die Tatsache des Nachbildstreifens reduzieren. In der Tat wäre das eine sehr plausible Erklärung. Nur ist sie vielleicht demnach überflüssig. Denn jene allerdings höchst auffallende Tatsache besteht in Wahrheit nur in der Sternschen Formulierung. Diese aber ist nichts als der Ausdruck des schon auf Seite 498 unter Nr. 1 erwähnten Versuches. Zwei verschieden lokalisierte Eindrücke, die sich folgen, uns aber als eben gleichzeitig gelten, werden noch deutlich für sukzessiv gehalten, sobald uns die Strecke zwischen ihnen durch Bewegung ausgefüllt erscheint. Man darf hier fragen: Können zwei zeitlich disparate Reize, die qualitativ und der Wirkungszeit nach identisch sind, überhaupt jemals, auch bei größter Sukzessionsgeschwindigkeit, vollkommen gleichzeitig wahrgenommen werden? Das Experiment sagt ja: es bleibt aber gleichwohl noch ein besonderes Problem. Offenbar ist an jeden eindeutig bestimmten Reizvorgang ceteris paribus ein ebenfalls in irgend einer Weise gesetzmäßig bestimmter Empfindungsvorgang geknüpft, mag im übrigen die Art der Verknüpfung sein, welche sie wolle. Derselbe physiologische Reiz erzeugt unter genau denselben Umständen dieselbe Empfindung. Dieses allgemeine einfachste Gesetz sollte nie ohne Not preisgegeben werden: speziell in unserem Falle ist nicht abzusehen, warum der zweite Reiz seine Empfindung regelmäßig früher hervorrufen sollte als der erste; nur dann aber könnte von einer wirklichen Gleichzeitigkeit beider Empfindungen die Rede sein. Deshalb ist es zweckmäßiger, die Empfindungen in ihrer Gesamtheit als sukzedierend zu fassen und nur anzunehmen, daß sie der Hauptsache nach, das heißt in Hinsicht auf den größten und stärksten Teil des Erregungszustandes allerdings zusammenfallen, während die nicht simultanen Teile ihrer außerordentlichen Geringfügigkeit wegen in unserer Auffassung vernachlässigt werden, also unbeachtet bleiben. Dann aber ändert sich die Fragestellung: es besteht nämlich jetzt die Möglichkeit, daß diejenige Reizanordnung, die zur Bewegungswahrnehmung führt, zugleich andere Aufmerksamkeitsverhältnisse, gleichsam eine Verschiebung des Schwer-

[1]) Stern, Die Wahrnehmung der Beweg. usw. § 9, S. 325.

punktes der Beachtung hervorruft, so daß nunmehr die nicht simultanen Teile nicht mehr vernachlässigt werden. Und damit wäre wenigstens ein Weg gewiesen, das Phänomen zu erklären ohne jene sonderbare Annahme über das Verhältnis der Bewegungswahrnehmung zur Zeitauffassung.

Indes: auch wenn man sich hierzu nicht entschließen mag und dem Nachbildstreifen eine ausschlaggebende Bedeutung beimißt, könnte er doch statt als simultane und ruhende Einheit als bewegte in Frage kommen. Denn Stern selbst hebt hervor, daß solche Streifen keine ruhenden Gebilde sind[1]): sie verkürzen sich dauernd nach der Seite des bewegten Objektes hin, sie schrumpfen mehr und mehr zusammen. Also bleibt auch hier noch die Möglichkeit, daß Bewegung im eigentlichen Sinne »gesehen« wird, wenn auch erst mittelbar als Bewegung des Nachbildes.

Diese Tatsache der Nachbildbewegung dient Stern sogar zur Erklärung des sogenannten Oppelschen Uferphänomens[2]). Fixiert man eine Zeitlang einen bewegten Gegenstand, einen Fluß oder eine rotierende Scheibe, so verharrt der Bewegungseindruck auch bei geschlossenem Auge noch kurze Zeit, und ruhende Gegenstände — z. B. das Flußufer — scheinen sich nach dem Relativitätsgesetz im Gegensinne zu bewegen, sobald sie fixiert werden. Das Wesentliche ist also in beiden Fällen der verharrende Bewegungseindruck oder die »gleichgerichtete Nachbewegung«. Stern, der hierüber mit (über zwei Kymographiontrommeln) rotierenden Linienpapier experimentierte[3]), erhielt nach einer Reizwirkung von etwa $^1/_4$ Sek. ein deutliches, wiewohl sehr kurzes derartiges »Bewegungsnachbild«: er hielt es für den »Nachbildstreifen in voller Reinheit«. Die Frage, in wie weit dies berechtigt ist, geht uns hier nichts an: die von Stern selbst[4]) zitierte Beobachtung Dvoraks[5]), nach der die Scheinbewegung im Sehfelde des rechten Auges eintreten konnte, auch wenn die Reiz-

---

[1]) a. a. O. § 44.

[2]) a. a. O. § 22 S. 332; vgl. Oppel, Poggendorffs Annalen Bd. 99, S. 540, Plateau ebend. Bd. 80, S. 287, Purkinje, Med. Jahrb. des österr. St. Bd. 6, S. 96, Wundt, Phys. Psych. [5], Bd. 2, S. 584, Ebbinghaus, Grundzüge der Psychologie Bd. 1, S. 494 (hier zugleich noch einige weitere Literaturangaben).

[3]) Stern, a. a. O. § 33, S. 350.

[4]) Ebenda § 22, S. 332.

[5]) Vgl. Dvorak, Wiener Sitzungsber. II, Bd. 66.

wirkung in dem des linken stattgefunden hatte, spricht vielleicht eher dagegen als dafür.

Wie aber verträgt sich diese Erscheinung mit dem Simultanitätsprinzip des Bewegungssehens? Wenn diese »Nachbewegungen« wirklich ruhende Gebilde sind, wie kann dann das Relativitätsgesetz der Bewegungen auf sie angewandt werden, wie es doch zur Erklärung jener rückläufigen Bewegungen unbedingt nötig ist? Stern hat allerdings hierauf eine Antwort: er kombiniert nämlich die Wahrnehmung der Nachbildstreifen mit dem »Prinzip der Phasenvergleichung«, also mit dem Prinzip, das auch nach seiner Ansicht imstande ist, die Sukzession in der Bewegung als solche zur Auffassung zu bringen. Phasenvergleichung soll überhaupt bei allen Bewegungen stattfinden, die länger andauern als ein »Empfindungsmoment«: es wirkt dann der jetzige Nachbildstreifen mit dem Erinnerungsbilde des vorigen zusammen[1]), »der frühere, nur als Erinnerungsbild noch bestehende Nachbildstreifen wird für übereinstimmend befunden mit dem neuen und demnach als Repräsentant derselben Bewegung nur in einem andern Raumteile angesehen«.

Dieser komplexe Prozeß also soll die Nachbewegungen erklären und nicht nur sie, sondern überhaupt alle Bewegungen, die mehr als einen Empfindungsmoment beanspruchen. Was heißt das aber? Wie lange dauert ein Empfindungsmoment? Zweifellos ist dann die Wahrnehmung der Sekundenzeigerbewegung, wenn sie nur länger andauert als ein Empfindungsmoment, ebenfalls ein Vergleich. Aber damit ist ja eigentlich wieder alles preisgegeben. Zudem besteht nun einmal die Tatsache: von einem Vergleich oder auch nur einer Erinnerung erleben wir nicht das Geringste — auch wenn wir den Sekundenzeiger recht lange Zeit betrachten; und vor allem bemerken wir nichts von dem fundamentalen Unterschiede in der Betrachtung kürzerer und länger andauernder Bewegungen, der doch vorhanden sein müßte, wenn beide Wahrnehmungen auf so ganz verschiedenen Prinzipien beruhten.

Endlich gilt auch noch dies: Stern wird für ein Empfindungsmoment vermutlich eine möglichst kurze Zeitdauer voraussetzen: also müßte bei momentan wahrgenommenen Bewegungen auf Grund des

---

[1]) a. a. O. § 51, S. 375.

Nachbildstreifens deutlich »eine gesehene Bewegung« zutage treten — in Wahrheit sehen wir gerade dann überhaupt keine Bewegung, sondern Ruhe, wie dies die Exposition bei elektrischem Funken oder vorübergleitendem Spalt zur Genüge beweist.

Sogar die Schraubentäuschungen und das Wellenphänomen[1]) sollen (bei genügend kurzer Dauer) durch den Nachbildstreifen ihre Erklärung finden. Da die Geschwindigkeit der Bewegung aus Helligkeitsabstufung und Länge dieses Streifens erkannt wird, solche Eigenschaften aber offenbar und sogar in erster Linie von der Helligkeit des bewegten Gegenstandes selber abhängen, so folgt, daß auch diese Scheinbewegungen (wie schließlich Bewegungen überhaupt) bei heller Beleuchtung den Eindruck größerer Schnelligkeit hinterlassen müssen als im Halbdunkel. Die Beobachtung weiß davon nichts: die Wellen gleiten für uns an düsteren Winterabenden ebenso schnell dahin wie am hellsten Sommermittag. Auch konnte ich niemals die Spur eines Nachbildstreifens an ihnen entdecken.

Freilich kann uns der Nachbildstreifen eine Bewegung vermitteln, nämlich — sobald seine eigene Bewegung als solche gesehen wird. Das wissen wir schon aus früheren Beobachtungen[2]) und wir wissen auch, daß der bloße Nachbildstreifen als simultanes Gebilde niemals eine Bewegungswahrnehmung bewirkt. Die Verzerrungen der Stampferschen Scheibe liefern dafür einen recht brauchbaren Beweis: einen noch zwingenderen aber gewinnen wir, wenn wir uns der Technik des Kinematographen erinnern[3]).

Da war von einem Zahn- oder Zackenrade die Rede, über dessen Achse der Filmstreifen hinweggleitet. Dieses Rad zeigt mit zwingender Deutlichkeit den Eindruck des Stillstehens, auch wenn es tatsächbewegt wird. Die Erklärung ist einfach: da die einzelnen Zacken gleichartig aussehen und stets in gleiche Lage kommen, ist die Möglichkeit gegeben, sie unmittelbar zu identifizieren, nur braucht noch die eine Bedingung erfüllt zu sein, die wir schon kennen: das Rad muß in den betreffenden Lagen eine Zeitlang ruhen; das ist aber hier bekanntlich der Fall: es handelt sich also um eine stroboskopische Täuschung in unserem wohldefinierten Sinne. Durch die Bewegung

---

[1]) Stern, a. a. O. § 45, S. 366.
[2]) Vgl. oben S. 444.
[3]) Vgl. oben S. 413.

des Rades jedoch entsteht ein Nachbildstreifen, der sich schleierartig zwischen den einzelnen Zacken ausbreitet. Er müßte also fähig sein, eine Bewegungswahrnehmung zu erzeugen: in Wahrheit ist er nicht einmal imstande, den Eindruck der beständigen Ruhe, der nur eine Täuschung ist, aufzuheben oder auch nur abzuschwächen.

Noch bleibt Material zur Verteidigung der Streifentheorie: und es wird unserem Autor geliefert durch — das Stroboskop. Damit sind wir wieder bei unserem alten Thema.

XIX. Der »Nachbildstreifen« — kein Erklärungsprinzip der stroboskopischen Scheinbewegungen. Der Zweikreuzversuch ohne Verschmelzung.

Stern teilt in Bezug auf die stroboskopischen Erscheinungen die herkömmlichen Irrtümer, nur hat er sie nicht auf Grund selbständiger Experimente befestigt und vertieft. Er rubriziert diese Bewegungstäuschungen unter die umgeformten Bewegungen[1]). Das ist falsch, wie ausführlich gezeigt wurde, und der bloße Hinweis auf den Kinematographen genügt zur Widerlegung. Nicht Bewegung wird umgeformt, sondern Ruhe in Bewegung verwandelt.

In anderer Hinsicht freilich hat Sterns Auffassung einen Vorzug. Er besteht in der bestimmteren Heraushebung des Bewegungsproblems. Der Autor will ja eben auf Grund der stroboskopischen Phänomene seine eigene Bewegungstheorie rechtfertigen. Und so begegnet uns denn jetzt die Nachbildtheorie von neuem, aber in veränderter Funktion. Sie soll nicht mehr die stroboskopischen Erscheinungen überhaupt erklären, sondern speziell die Bewegungstäuschung. Und dazu dient der Nachbildstreifen. Dabei liegt jetzt der Akzent auf »Streifen«. In der Tat: soll überhaupt in irgend einem Sinne »die Bewegung selber« als sichtbar gedacht werden, soll sie mit anderen Worten gegenständlich manifestiert und also sinnlich wahrnehmbar werden, so kann das nur durch einen einheitlichen Streifen geschehen. Würde er auch nur an einer Stelle unterbrochen, so wäre die Manifestierung keine rein sinnliche mehr: wir müßten die Lücke irgendwie ergänzen, und diese Ergänzung

[1]) a. a. O. § 20, S. 329.

wäre bereits ein weiterer, nicht mehr sinnlich manifestierter, psychologischer Prozeß.

Und noch in einem anderen Sinne bedürfen wir dieses Streifens in seiner qualitativ bestimmten Eigenart.

Wenn während einer photographischen Aufnahme ein Gegenstand, etwa eine Kugel, vorn vor dem Apparat vorüberfliegt, so entsteht auf dem Bilde ein Streifen, ganz analog dem Nachbildstreifen. Und der Betrachter folgert dann vielleicht: die Kugel hat sich bewegt. Warum eigentlich? Offenbar auf Grund — nicht des Streifens überhaupt, sondern seines verschwommenen und verwaschenen Aussehens. Und verschwommen und verwaschen heißt etwas anderes als bloß undeutlich, schwach oder schlecht sichtbar. Ein verschwommenes Bild ist durch andere gleichzeitig vorhandene Wahrnehmungen verdeckt oder sonst auf ähnliche Weise beeinflußt: und das gilt nun auch von jenem Streifen. Er zeigt (von Anfang und Ende abgesehen) an jeder Stelle eine ganze Folge von Bildern verschiedener Teile der Kugel übereinander gelagert: er ist also eine Störungserscheinung. Trotzdem bleibt er natürlich ein simultanes Kontinuum und wird unter allen Umständen als solches gesehen: aber er kann als Störungserscheinung gedeutet werden und weiterhin dann als Bewegung. Wenn nun aber keine Störungserscheinungen vorhanden sind? In unserem Falle wäre dann eine Reihe von untereinander wohl abgegrenzten Kugelbildern nebeneinander (ev. sogar unmittelbar nebeneinander) sichtbar; es ist ganz gleichgültig, ob einige von ihnen an sich undeutlich, vielleicht kaum zu erkennen sind. Immer aber erscheinen sie uns als eine Mehrheit von Bildern, die niemals als Bewegung aufgefaßt werden kann.

Diese Betrachtungen lassen sich auf Netzhautreizungen sehr leicht übertragen. Das Wesentliche ist auch hier: Nachbilder, wenn sie überhaupt Bewegungen symbolisieren sollen, können das nur als verschwommene streifenförmige Gebilde, die diejenige Fläche ausfüllen, welche von dem bewegten Gegenstande durchstrichen wird. Es ist also ganz selbstverständlich, daß Stern solche Streifen auch bei den stroboskopischen Bewegungen voraussetzt. Aber — und das ist nun der Humor bei der Sache — gerade bei diesen Phänomenen ist das Vorkommen derartiger streifenförmiger Nachbilder der exponierten Objekte in den allermeisten Fällen a priori ausge-

schlossen. Man denke nur an unser Experiment. Die einzelnen Radspeichen sind um 15 Winkelgrade von einander entfernt. Wenn bei einer Exposition das Nachbild der vorigen Phase noch vorhanden ist, so sehen wir ein achtspeichiges Rad, das nichts ist, als die Kombination beider Bilder. Dagegen fehlt jede Ähnlichkeit mit einem Nachbildstreifen: denn es kann keine Rede sein von einer Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen beiden Phasenstellungen, wie es doch im Sinne der (natürlich auch an sich noch verkehrten) Theorie erforderlich wäre.

Noch deutlicher wird das, wenn wir Versuche heranziehen, bei denen überhaupt nur zwei Phasenstellungen exponiert waren. Hier ist jede Speiche von der anderen um 45° entfernt — woher soll da ein Nachbildstreifen kommen? Nehmen wir aber an, er wäre dennoch vorhanden, wie soll sich aus ihm die Tatsache erklären, daß die Bewegung bald nach dieser, bald nach jener Richtung zu erfolgen scheint? wie vollends die Möglichkeit, überhaupt ganz verschiedenartige Bewegungen unter denselben objektiven Bedingungen wahrzunehmen?

Stern beruft sich auf Fischer: »durch zahlreiche Experimente zeigte er, daß beim Stroboskop der Bewegungseindruck dann eintrete, wenn eine neue Phasenfigur ihr Bild auf die Netzhaut wirft, ehe noch das Nachbild der vorhergehenden ganz verschwunden ist«. In Wahrheit hat dies Fischer nicht durch zahlreiche Experimente gezeigt: vielmehr ergaben seine Versuche gewisse Gesetzmäßigkeiten, und erst auf Grund dieser Gesetzmäßigkeiten gelangte er zu jener Behauptung, aber nicht unmittelbar, sondern durch eine vergleichende Betrachtung, deren Anfechtbarkeit ich hoffe genügend gezeigt zu haben.

Aber wenn nun — bei sehr rascher Folge der Phasenexpositionen — zwar keine Streifen, aber doch andere Nachbilder vorhanden sind, wird dann nicht wenigstens der Bewegungseindruck unterstützt? Genau das Gegenteil ist der Fall: er wird gänzlich aufgehoben.

Auch für diese Untersuchung ist die Exposition von nur zwei Phasen die zweckmäßigste, und zwar noch aus einem besonderen Grunde: je weiter die einzelnen Phasen von einander entfernt sind, um so deutlicher können die Nachbilder als isolierte Gebilde auftreten, um so weniger also besteht die Gefahr, daß sie durch die Nachbar-

schaft von Teilen des neuen Bildes an selbständiger Wirkung verlieren. Wir wählen wieder unser stehendes und liegendes Kreuz; den Radkranz nämlich können wir sparen, er trägt zum Zustandekommen der Täuschung gar nichts bei.

Man sieht leicht, was hier durch Nachbildwirkung eintreten muß: die beiden Phasenbilder lagern sich übereinander, und man erhält eine einzige, scheinbar dauernd exponierte achtstrahlige Figur. Sobald dies mit Deutlichkeit der Fall war, betrug das mittlere Intervall 0,115 Sek.[1]) Natürlich war hier von einer Bewegungswahrnehmung keine Rede.

Die Frage ist nun: was geschieht unmittelbar vor dem Eintritt solcher Doppelbilder, wo also schon Nachbilder vorhanden sind, denen es jedoch an Intensität noch fehlt, um »objektiviert«, d. h. als selbständige Gebilde gesehen zu werden? Hier trat regelmäßig bei allen Beobachtern eine mehr oder minder deutliche Störung ein. Das heißt: die Drehung erfolgte ruckweise und setzte auch wohl ganz aus, oder es wurden nur pendelnde Bewegungen gesehen. Die schwachen Nachbilder haben also nicht etwa die geheimnisvolle Kraft, eine Wirkung auszuüben, die der der intensiven entgegengesetzt wäre, sondern auch sie schädigen die Erscheinung: nur sind sie nicht imstande, sie völlig aufzuheben.

Im übrigen haben wir nur auf unsere früheren Experimente über die Nachbildfrage hinzuweisen. Wir wissen ja bereits, daß auch dann noch deutlich Bewegung gesehen wird, wenn nicht einmal Verschmelzung der einzelnen Expositionen eingetreten ist. Und es fragt sich nur, wie unsere Rotationsbewegung in diesem Falle modifiziert wird. Die einfache Antwort lautet: überhaupt nicht. Trotz dieser abnormen Phasenbilder wird noch bei deutlichem Bewußtsein der Verdeckung Bewegung gesehen; und zwar ist gerade hier die drehende Bewegung überwiegend.

Für die Herren Dr. Heidenhain, Dr. Witwitzki, Dr. Mittenzwey und mich selbst ergaben sich folgende Grenzwerte:

---

[1]) Das Ergebnis bezieht sich auf den Verfasser als Versuchsperson. Es stimmt mit dem Ergebnis ähnlicher Versuche Fischers (auch zahlenmäßig, wenn man die etwas veränderten Bedingungen in Betracht zieht) so gut überein, daß mir weitere Versuche hierüber überflüssig erschienen. Vgl. Fischer, a. a. O. S. 143.



Tabelle VI.

Be ob.	Untere G.	Mittl. V.	Obere G.	Mittl. V.
H	0,623 Sek.	0,004	0,639 Sek.	0,012
W	0,725 »	0,005	0,751 »	0,024
M	0,662 »	0,021	0,682 »	0,009
L	0,679 »	0,009	0,702 »	0,023

Damit ist — denke ich — die Frage nach dem Einfluß der Verschmelzungs- und Nachbilderscheinungen auf das stroboskopische Sehen endgültig beantwortet.

XX. Farbe, Gestalt, Lage. Der relativ kontinuierliche Übergang.

Wenn aber diese Phänomene nicht herangezogen werden dürfen, so erhebt sich jetzt um so dringlicher die Frage nach der wahren Ursache unserer Scheinbewegungen. Einen sehr wichtigen Fingerzeig geben uns schon die bisherigen Versuche. Wir wissen ja mit Sicherheit, daß alle stroboskopischen Täuschungen Identifikationstäuschungen sind, und weiterhin, daß zum Zustandekommen der Identifikation Gleichartigkeit des Aussehens erforderlich ist.

Was aber heißt das? Wie äußern sich etwaige Modifikationen dieser Gleichartigkeit in der Bewegung? Wie ändert sich die Erscheinung, wenn nur in der Gestalt, aber nicht in der Farbe Gleichartigkeit besteht?

Auch hier ist wieder das Experiment mit den beiden Kreuzen am zweckmäßigsten. Wir werden erwarten, daß die Bewegung nur noch in einem Sinne erfolgen kann, sobald einer der Durchmesser, die das Kreuz zusammensetzen, in der Farbe ausgezeichnet ist. In der Tat bestätigte dies der Versuch. Der Durchmesser, dessen scheinbare Bewegung im Sinne des Uhrzeigers erfolgen mußte, erhielt eine leuchtend grüne Farbe[1]). Es ergab sich, daß die Drehung nun wirklich in diesem Sinne gesehen wurde. Und doch war die Erscheinung nicht so ausgeprägt, wie ich erwartet hatte. Es gelang nämlich den Beobachtern durchweg, sobald sie sich dazu zwangen,

[1]) Natürlich war hierzu die Exposition von vier Phasenbildern erforderlich.

freilich auch nur dann, dennoch eine deutliche Drehung nach der anderen Seite zu Wege zu bringen.

Der Versuch erlitt keine wesentliche Änderung, wenn statt der grünen Farbe eine rote verwendet wurde, oder wenn statt des Durchmessers nur ein Halbmesssr oder auch zwei benachbarte Halbmesser gekennzeichnet waren. Bemerkenswert ist auch, daß der eintretende Farbenwandel selber recht wohl gesehen werden konnte, ohne daß dadurch eine Störung eintrat.

Nun wählte ich die Kreuze überhaupt in verschiedenen Farben, d. h. ich exponierte ein grünes und ein schwarzes Kreuz abwechselnd. Der Effekt war überraschend. Es ergab sich nämlich gar kein nennenswerter Unterschied: d. h. es wurde Drehung und Pendeln gesehen, genau als ob die Farbe einheitlich gewesen wäre: dementsprechend trat auch wieder ein Wechsel in der Drehungsrichtung mit Leichtigkeit ein. Natürlich erfolgte während der scheinbaren Rotation fortgesetzt Farbenwandel, der deutlich bemerkt wurde.

Nun versuchte ich noch weiter zu gehen: ich beschloß den Kontrast der Lichtqualitäten aufs höchste zu steigern und exponierte statt des grünen Kreuzes ein weißes auf schwarzem Grunde. Selbst jetzt konnte noch Drehung gesehen werden — freilich erst bei Verschmelzung, und auch da nur bei »Zwang«, d. h. es bedurfte einer besonderen Willensanstrengung der Beobachter, um die Erscheinung der Rotation herzustellen — auch war sie, wenn sie eintrat, so schwankend und von so unbestimmter Dauer, daß eine Feststellung der Intervallgrenze, die an sich hier sehr interessant gewesen wäre, von vornherein als illusorisch erschien. Gleichwohl war auch dieses Phänomen bei allen beteiligten Versuchspersonen — Herrn Dr. Urban, Herrn Dr. Mittenzwey und mir selbst — sobald es überhaupt eingetreten war, mit voller sinnlicher Deutlichkeit wahrzunehmen.

Aus allen solchen Versuchen geht jedenfalls das eine mit voller Sicherheit hervor: die Gleichartigkeit der Phasenbilder zeigt sich, soweit sie stroboskopisch wirksam ist, in einem ganz auffallend geringen Grade an die Farbe gebunden, und wir werden daher eine um so größere Abhängigkeit von der Gestalt zu erwarten haben.

Bei den bisherigen Bildern war — nach unserer Annahme wenigstens — nur eine Verschiedenheit der Lage, nicht aber der Ge-

stalt in Frage gekommen. Es wird deshalb nunmehr die Aufgabe sein, zu dieser Lagedifferenz noch einen Gestaltunterschied hinzuzufügen. Das geschieht leicht, wenn wir in der einen der beiden Figuren den Schnittwinkel der Durchmesser verändern. Ich exponierte die in Fig. 3 wiedergegebenen beiden Bilder. Es ergab sich eine gleichgerichtete pendelnde Bewegung der Durchmesser. Wiewohl also die Schwingungen unabhängig voneinander erfolgten, übten sie doch einen gegenseitigen Einfluß aus. Denn die bei rechtwinkliger Kreuzung mögliche Rotationsbewegung war aufgehoben. Gerade das aber erklärt sich eben aus jener Unabhängigkeit. Denn nach dem

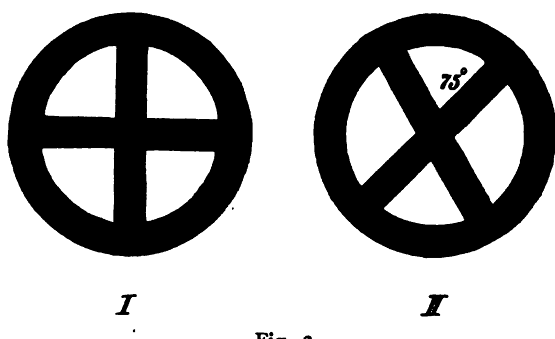


Fig. 3.

früher entwickelten Gesetz[1]) muß die Bewegung der kleinsten Lagedifferenz folgen, und damit ist sie in unserem Falle vollkommen eindeutig bestimmt.

Lassen wir den spitzen Winkel kleiner werden, so werden natürlich auch die Elongationen des zunächst vertikalen Durchmessers kleiner, um schließlich bei 45° ganz aufzuhören und bei noch fortgesetzter Verkleinerung im entgegengesetzten Sinne zu erfolgen. Kurz: auch der Gestaltunterschied vermag entscheidend auf die Art der Bewegung einzuwirken.

Aber — ist das nicht im Grunde eine sonderbare Behauptung? Bewegung sehen heißt und kann nur heißen: denselben Gegenstand bewegt sehen, und diese Identität schien uns an Gleichartigkeit gebunden, und zwar speziell an Gleichartigkeit der Ge-

[1]) Vgl. oben S. 494.

stalt: das, was schließlich (durch die stroboskopische Betrachtung) identifiziert wurde, mußte schon vorher identisch sein, nämlich identisch hinsichtlich der Gestalt. Und nun müssen wir erfahren, daß Bewegung und also auch Identität bestehen kann, ohne vom stroboskopischen Sehen unabhängige, qualitative Identität. Worauf aber gründet sich dann die stroboskopische Identifikation, die doch tatsächlich besteht?

Es scheint hier einen sehr einfachen Ausweg zu geben: wir haben ihn im Grunde sogar schon stillschweigend benutzt. Die Bewegung, die in unserem Falle tatsächlich erfolgte, konnten wir direkt aus unserem Lagegesetz ableiten; darin liegt offenbar eine Zurückführung der gestaltlichen Verschiedenheit auf eine solche der Lage. Die Gleichartigkeit aber ist auch jetzt noch vorhanden, nur nicht mehr als Gleichartigkeit des Ganzen, sondern seiner Teile, nämlich der einzelnen Speichen oder Durchmesser.

Nun gelingt aber auch folgender Versuch. Wir exponieren statt der beiden Kreuze zwei Kreise, die in ihrer Größe um ein beliebiges, aber deutlich merkbares Stück von einander abweichen. Dann sieht man — wieder mit voller sinnlicher Deutlichkeit — einen einzigen Kreis sich ausweiten und wieder zusammenziehen, und ganz dasselbe tritt ein, wenn an Stelle des einen Kreises etwa eine Ellipse exponiert ist. Gewiß: wir können unser Gesetz auch hier schließlich noch aufrecht erhalten, wir können gleichartige Teile beider Bilder aufsuchen und dann behaupten, daß sie es seien, durch deren Identifikation die Wahrnehmung der Bewegung zustande komme. Aber das können wir doch eben erst auf Grund des Versuches. Welche Elemente sind denn den beiden Figuren gemeinsam, d. h. welche Teile der einen kehren in der anderen in unveränderter Gestalt und Größe wieder? Schlechthin keine. Der Versuch gelingt auch noch, wenn statt des Kreises und der Ellipse ein Kreis und ein — in der Größe nicht allzusehr differierendes — Dreieck geboten werden. Hier ist der Sachverhalt vollends deutlich. Die Dreieckseiten ändern bei der Bewegung nicht bloß ihre Lage, sondern auch die Gestalt. Haben wir nun zwei Gesetze anzunehmen, ein Lagegesetz und ein Gestaltgesetz? Nichts wäre verkehrter.

Die Sprache ist durchsetzt mit Begriffen, deren abstrakte Natur durch die Leichtigkeit ihrer Handhabung im täglichen Gebrauch ein

wenig verschleiert ist, sodaß die Gefahr besteht, die Prozesse, die zu ihrer Entstehung geführt haben, zu übersehen und auch da noch mit solchen Begriffen zu operieren, wo logische Beziehungen nicht oder doch nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden dürfen. Das gilt auch hier. Ein Wahrnehmungsinhalt besitzt nicht Lage und Gestalt als getrennte Teile nebeneinander, und es ist im Grunde gar keine sehr einfache Abstraktion, wenn bei der Betrachtung der einzelnen Rotationsphasen von der verschiedenen Lage derselben Gestalt gesprochen wird. Freilich, wenn diese Gestalt uns so vertraut ist, wie die des Rades, dann erkennen wir sie auch in den verschiedensten Lagen. Aber das bloße Kreuz — also das vierspeichige Rad, das des Kranzes beraubt ist — verhält sich schon anders. Für unsere unmittelbare Wahrnehmung erscheint ein liegendes und ein stehendes Kreuz nicht als dieselbe Figur; sondern beide sind, wenn auch ähnlich, so doch jedenfalls verschieden: als gleich erkannt werden sie erst auf Grund intellektueller Operationen[1]); auf dem Wege der Abstraktion wird die ursprüngliche Verschiedenheit aufgelöst in Gleichheit oder[2]) Identität hinsichtlich der Gestalt und noch restierende Verschiedenheit hinsichtlich der Lage.

Bei unseren Versuchen aber handelt es sich durchweg um unmittelbare Wahrnehmung, wir dürfen also gewiß nicht ohne weiteres die abstrakte Unterscheidung voraussetzen. Das heißt: wir haben Gestaltveränderung nicht auf Lageveränderung zu reduzieren, sondern müssen von der noch ungetrennten Gesamtheit von Gestalt und Lage ausgehen. Dann aber gewinnen wir die gesamte räumliche Bestimmtheit des jeweils gegebenen Wahrnehmungsbildes, die wir die Gesamtgestaltung oder die Gesamtkonfiguration des betreffenden Gesichtsbildes nennen können.

Und nun können wir sehr einfach sagen: Bei richtiger stroboskopischer Vorführung gehen die Wahrnehmungen ähnlicher Gesamtgestaltungen in einander über, sie bilden eine einzige Einheit und der Übergang wird als Bewegung gesehen. Die

---

[1]) Ähnliche Betrachtungen finden sich bei Mach: Analyse der Empfindungen, 3. Aufl. S. 83 f. und Wiener Sitzungsbericht Bd. 43, S. 215 (Über d. Sehen von Lagen und Winkeln).

[2]) Über die Berechtigung des »oder« in diesem Falle vgl. Linke: Humes Lehre v. Wissen, Philos. Stud. Bd. 17, S. 668, desgl. Husserl: Log. Unters. Bd. 2, S. 112 f.

Ähnlichkeit kann eine sehr geringe sein, d. h. es haben Figuren noch als ähnlich zu gelten, die nach Größe, Gestalt und Lage ihrer Teile bei nichtstroboskopischer Betrachtung schon sehr wesentlich von einander abweichen.

Der Vorteil dieser Formulierung ist deutlich: sie umfaßt nicht nur alle die Fälle, die sich dem bloßen Lagegesetz entziehen, sondern macht auch einen Zusatz überflüssig, den wir dort anbringen mußten. Es hat jetzt keinen rechten Sinn mehr zu sagen, die Bewegung folge stets der kleinsten Abweichung. Unmittelbar treten ja immer nur zwei ähnliche Gesamtbilder miteinander in Beziehung. Und da Ähnlichkeit in jedem konkreten Falle einen ganz bestimmten Grad[1]) der Abweichung bezeichnet, so ist jeder weitere Zusatz unnötig. Folgen zwei vierspeichige Räder aufeinander, deren Stellungen um 15° von einander abweichen, so kann die abstrakte Betrachtung zwar auch jene beiden Speichen auf einander beziehen, die um 75° differieren, nicht aber die unmittelbare Anschauung. Denn die Ähnlichkeit der Gesamtfiguren fordert ausschließlich die Zusammenstellung der Speichenbilder, die tatsächlich die Bewegungswahrnehmung bewirken. Die zweite Gesamtgestalt scheint aus der ersten durch eine kleine Drehung enstanden: und diese Drehung glauben wir direkt zu sehen.

Aber wir müssen in unserer Abwehr einer abstrakten Auffassung noch weiter gehen. Es wäre ein Mißverständnis unserer Formulierung und überhaupt ein Vorurteil, zu glauben: die Ähnlichkeit der vorgeführten Figuren werde erkannt und erst dadurch dann sekundär die Wahrnehmung der Scheinbewegung ausgelöst. Davon war nie etwas zu bemerken. Denn offenbar ist das stroboskopische Sehen viel einfacher als alle Erkenntnis von Ähnlichkeit. Als ähnlich erkannt werden kann nur numerisch verschiedenes, also eine Zweiheit oder Mehrheit. Diese Mehrheit aber fehlt hier — nämlich für unser unmittelbares Bewußtsein.

Erlebt wird im Grunde nichts anderes, als was auch sonst erlebt wird, wenn wir längere Zeit — also kontinuierlich — eine beliebige sinnliche Wahrnehmung haben. Auch hier werden wir bei einer

[1]) Das gilt auch für den »Zweikreuzversuch«: nur ist der Grad der Abweichung hier nach zwei Richtungen derselbe.

relativ geringfügigen Änderung — mag sie auch noch so deutlich bemerkt werden — schwerlich von einer neuen, zweiten Wahrnehmung reden, sondern die erste scheint auch dann noch weiterhin vorhanden, nur eben in modifizierter Weise. Erst bei starken Änderungen pflegen wir eine Zweiheit von Wahrnehmungen anzunehmen: damit ist ausgedrückt, daß das Neue, das die zweite Wahrnehmung bietet, sich nicht an Elemente des unmittelbar zuvor erlebten angliedert oder sie teilweise fortsetzt, sondern daß gerade dieser mehr oder minder kontinuierliche Verlauf des wahrnehmenden Erlebens eine deutlich merkbare Unterbrechung erleidet.

Erst die weitere Tatsache, daß eine solche Kontinuität des Übergangs mittelbar auch dann noch erlebt werden kann, wenn das, was sie auslöst oder worauf sie sich bezieht, in anderer Hinsicht doch wieder getrennt, d. h. numerisch verschieden ist, vermag das zu begründen, was wir Ähnlichkeit nennen dürfen.

Man sieht also, in welchem Sinne allein bei den stroboskopischen Erscheinungen von Ähnlichkeit gesprochen werden kann: im Sinne einer abstrakteren (aber doch bequemen) Formulierung von etwas, das hier völlig konkret gegeben ist. Denn sie führen uns in voller Reinheit den Prozeß jenes relativ kontinuierlichen Übergangs vor, jenes Übergangs also, der erst beim Hinzutritt des Bewußtseins der numerischen Verschiedenheit ein Ähnlichkeitserlebnis ergibt.

Von relativer Kontinuität aber muß gesprochen werden, weil das Bewußtsein der Änderung, ja der Unterbrechung, wenn es nur geringfügig genug ist, keineswegs fehlt. Zugleich ist klar, daß fortgesetzte Verstärkung dieses Bewußtseins, die unmittelbar erlebte Kontinuität zerstören und schließlich ein Bewußtsein numerischer Verschiedenheit hervorbringen muß. Wir kennen den einfachen experimentellen Beweis dafür: werden die Intervalle über einen bestimmten Wert hinaus vergrößert oder werden heterogene Bilder exponiert, so haben wir wirklich den Eindruck einer Mehrheit von Objekten.

Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei noch dieses bemerkt: das Kontinuitätsbewußtsein wird selbstverständlich durch die dargestellten Gegenstände ausgelöst: auf sie als unmittelbar gegebene Einheit scheint es bezogen und eben dadurch werden sie »identifiziert«.

Nur von solchem Kontinuitätsbewußtsein war hier natürlich die Rede. Neben ihm aber kann ein ganz anders geartetes Kontinuitätsbewußtsein vorhanden sein, und dieses stellt sich gerade dann ein, wenn die dargestellten Gegenstände nicht als solche beachtet werden. Man kann selbstverständlich jedes Bild einfach als Fläche von einer bestimmten Helligkeit ansehen. Geschieht das in unserem Falle, so entsteht möglicher Weise auch dann ein Kontinuitätsbewußtsein, wenn völlig heterogene Bilder exponiert werden: Voraussetzung ist nur, daß die Bilder ohne merkbare Unterbrechung aufeinander folgen, d. h. also daß Verschmelzung vorliegt: in der Tat ist ja dann der Helligkeitsgrad des während der Versuchszeit gegebenen Empfindungsinhalts annähernd »derselbe« — nur besteht hier nicht die mindeste Beziehung zum kinetoskopischen Sehen.

XXI. Beeinflussung der jeweiligen Bildauffassung durch Assoziationen und dadurch bedingte Modifikation der Bewegungswahrnehmung.

Mit der Feststellung eines solchen relativ kontinuierlichen Übergangs der einen Form (oder genauer Gesamtgestaltung) in die andere ist nun an und für sich noch nicht viel gewonnen: die entscheidende Frage richtet sich offenbar darauf, wie es denn kommt, daß dieser Übergang als Bewegung gedeutet, ja gesehen wird.

Es liegt nahe, hier an assoziative Einflüsse zu denken. Was wir in Bewegung sehen, sind stets Gegenstände; es sind uns keine bloßen Empfindungen gegeben, sondern Vorstellungen. Und das heißt: unsere Wahrnehmungen sind nicht nur bedingt durch die gerade gegenwärtigen Reize, sondern zu einem größeren oder geringeren Teile durch Wirkungen früherer Erfahrungen.

Freilich bedeutet das nicht, daß solche früheren Erfahrungen da zu sein scheinen zugleich mit dem Bewußsein, sie seien frühere Erfahrungen, daß sie also einen Erinnerungsvorgang einleiten, sondern nur: sie wirken ergänzend und umgestaltend auf die gegenwärtigen Eindrücke, sie verschmelzen mit ihnen zu simultanen Gebilden. Wundt nennt solche simultanen Assoziationen bekanntlich Assimilationen[1]), und wir werden erwarten müssen, daß sie auch bei unseren

[1]) Wundt, Phys. Psychol. [5], Bd. 3, S. 528 ff.

Erscheinungen eine Rolle spielen. Das ist in der Tat der Fall. Am schlagendsten beweist es folgender Versuch. Wir exponieren vier gleichgroße Halbkreise, deren konkave Seite nach oben gerichtet ist: innerhalb jeder Figur, die Peripherie berührend, ist ein Punkt, d. h. ein kleiner schwarzer Vollkreis gezeichnet: der erste links, der dritte rechts oben am Rande, die beiden anderen unten in der Mitte. Es entsteht sehr deutlich der Eindruck der rollenden Bewegung einer »Kugel« auf der Peripherie, die als eine Art Rinne erscheint. Exponiert man dagegen die Punkte ohne die Rinne, so wird von dem Rollen nichts mehr gesehen: der Punkt hüpft aus einer Lage in die andere. Der Weg, den wir zwischen zwei Phasen ergänzen, ist also nicht immer der kürzeste; maßgebend ist vielmehr der einfachste Weg, wie er durch die jeweiligen Vorstellungen bedingt ist.

Aus solchen assimilativen Einflüssen erklärt sich auch die Tatsache, daß trotz gleicher objektiver Faktoren die Art der gesehenen Bewegungen bei den verschiedenen Beobachtern, ja selbst bei denselben Beobachtern und sogar innerhalb desselben Versuches außerordentlich differieren konnte. Es kommt eben immer auf die Vorstellungen an, die im Moment der Beobachtung gerade dominieren.

Davon noch einige weitere Beispiele.

Das Intervall betrug wieder immer 0,2 Sek. Exponiert waren zuerst folgende drei Phasen:

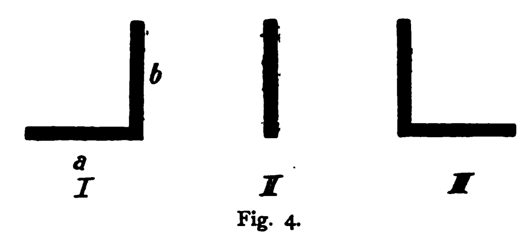


Fig. 4.

Herr Dr. Heidenhain sieht eine drehende Bewegung von *a* um *b* als feststehende Achse: die Bewegung erstreckt sich also in die Tiefe. Bald darauf bemerkt er ein bloßes Zusammenschrumpfen von *a* »in *b* hinein« und ein Wiederhervortreten auf der anderen Seite. Endlich kann er die Erscheinung auch noch als Herauf- und Herunterklappen von *a* auffassen.

Herr Dr. Witwitzki hat bei demselben Experiment dieselben

Erscheinungen, jedoch nicht die des Zusammenschrumpfens. Ich selbst sehe nur das Herauf- und Herunterklappen.

Zweitens wurden folgende drei Bilder exponiert:

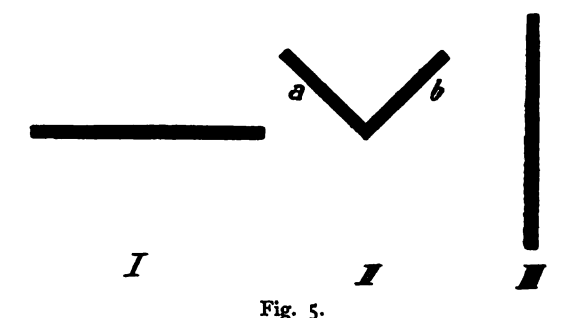


Fig. 5.

Herr Dr. Heidenhain: Bild I bewegt sich um seine Mitte nach oben bis zur Stellung II, dann klappt *a* nach unten um, *b* nach oben.

Herr Dr. Witwitzki: dasselbe, doch statt der letzten Bewegung eine Drehung um den Endpunkt von *b* nach rechts mit gleichzeitiger vertikal nach unten gerichteter Bewegung von *a*.

Ich selbst sehe die letzte Phase wieder anders: die beiden Schenkel schlagen zusammen und verlängern sich gleichzeitig nach unten.

Drittens: Exponiert:

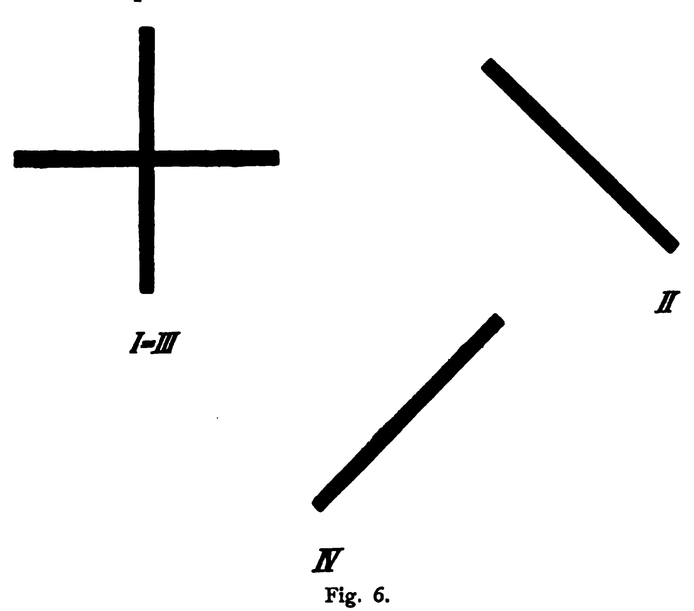


Fig. 6.

Herr Dr. Heidenhain: Undeutliche »pendelnde« Bewegung des Kreuzes.

Herr Dr. Witwitzki: 1) Undeutlich sich nach rechts oder links drehendes Kreuz.

2) Kreuz, dessen horizontaler Arm sich nach links und rechts ausbeugt, während der vertikale eine unbestimmte Bewegung macht.

3) Kreuz, dessen vertikale Arme sich nach links und rechts hinunterbeugen, während der horizontale stehen bleibt.

Ich selbst: 1) Kreuz, das sich in unbestimmter Weise dreht.

2) Die Quadranten links oben und rechts unten schlagen zusammen, so daß eine Gerade (= II) gebildet wird: sodann klappen sie zum Kreuz auseinander, das sich dann wieder in ganz ähnlicher Weise zur Phase IV zusammenschließt.

Viertens: Exponiert:

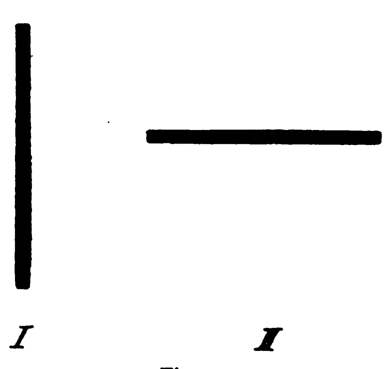


Fig. 7.

Herr Dr. Heidenhain: Umklappen von I nach rechts oder links bis zu II.

Herr Dr. Witwitzki: »Es scheint wie ein Mensch, der mit den Beinen im Wasser steht, sich zurückbeugt und nun mit dem ganzen Körper auf dem Wasser liegt«.

Ich selbst sehe — offenbar durch diese anschauliche Schilderung beeinflußt — dasselbe.

Es ist kein Zweifel, daß es auch bei unserem bekannten »Zweikreuzversuch« solche assimilative Einflüsse sind, die die Drehungsrichtung bestimmen. Nur gelingt es nicht, sie nachzuweisen. In gewissen Fällen aber doch. Man erinnert sich, daß Richtungswechsel

auch dann noch eintreten konnte, wenn immer zwei Kreuze oder vielmehr Räder gleichzeitig exponiert waren: ein kleineres neben dem von gewöhnlicher Größe. Als ich nun diesen Versuch wiederholte, behauptete einer der Beobachter, Herr Tridapalli, er könne die gleichsinnige Drehung dann dauernd festhalten, wenn er sich die Figur als »Hochrad« vorstelle. Doch brauche diese Vorstellung nicht wirklich vollzogen zu sein, vielmehr genüge das ganz dunkle, gewissermaßen »gefühlsmäßige« Bewußtsein, daß eben dieses die Assoziation sei. Ich beschloß nun dieselbe Assoziation auch anderen Beobachtern nahe zu legen. Das hatte indes nur teilweise Erfolg: die Ursache aber war bald zu finden: der Versuch scheiterte an den physikalischen Kenntnissen der Beteiligten. Wegen ihrer gleichartigen Phasenbilder drehten sich nämlich die beiden Räder mit ganz derselben Winkelgeschwindigkeit, und das widerstrebte der Vorstellung eines bewegten Hochrades. Deshalb exponierte ich zwei gleichgroße Räder nebeneinander. Ich hoffte, es werde sich die Assoziation an die jetzt gebräuchlichen Fahrräder einstellen, aber die Vorstellung einer sich kreuzenden Transmission schien mindestens ebenso nahe zu liegen, so daß dadurch wieder das Ergebnis verwirrt wurde.

Nunmehr ging ich daran, ein wirkliches Fahrradbild zu exponieren. Die Zeichnung stellte ein »Rover« dar, dessen Urbild freilich kaum ein brauchbares Vehikel abgegeben hätte: die Konturen war sehr derb gezeichnet und als Speichen dienten nur unsere zwei bekannten gekreuzten Durchmesser. Selbstverständlich waren auch jetzt nur zwei Bilder gegeben.

Ich exponierte zunächst in zehn Versuchen zwei bloße Räder, die nach Größe, Gestalt und Lage genau den Fahrradrädern entsprachen: dann erst ging ich zur Darbietung der Fahrräder selbst über.

Die Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle. Die Beobachter waren die Herren Tridapalli und Friedrichs. Zwischen den einzelnen Beobachtungen war eine Pause von 3—5 Minuten, die Dauer jedes Versuches betrug 30 Sek., die des konstanten Intervalles wieder 0,2 Sek. Das Zeichen *g* bedeutet gleiche, *e* entgegengesetzte Rotationsrichtung. Stehen beide Buchstaben nebeneinander, so ist während des Versuches selber Drehungswechsel eingetreten.

Bemerkenswert ist besonders, daß in der zweiten Versuchsreihe

Herr Tridapalli zwar sehr häufig eine Änderung in der Rotationsrichtung wahrnahm, jedoch niemals eine solche, die der Vorstellung eines laufenden Fahrrades widersprochen hätte.

Tabelle VII.

Trid.	Trid.	Fried.	Fried.
einz. R.	Fahrrad	einz. R.	Fahrrad
e	*g*	*g*	*g*
e	*g*	*g*	*g*
g	*g*	*e*	*e* (2 unabh. R.)
e	*g* (rückw.)	*g*	*g*
e	*g* (vorw.)	*e*, *g*	*g*
e	*g* (rückw.)	*g*, *e*	*g*
e	*g* (vorw.)	*g*	*g*
g	*g* (rückw.)	*g*, *e*	*e*
g	*g* (rückw.)	*e*	*e*
g	*g* (vorw.)	*g*, *e*	*g*

Das Vorhandensein assoziativer Einflüsse aus früheren Erfahrungen unterliegt keinem Zweifel, und es steht fest, daß durch sie die Art der gesehenen Bewegung sehr wesentlich mitbestimmt wird, besonders, wenn die objektiv gebotenen Phasen so deutliche Unterschiede zeigen, wie in den letzten Fällen.

Man könnte versucht sein, noch weiter zu gehen. Vielleicht sind solche Assimilationen immer beteiligt, und der stroboskopische Bewegungseindruck ist letzten Endes nichts als die Wirkung von früher wahrgenommenen realen Bewegungen. Die kinetoskopischen Täuschungen ständen dann ganz auf derselben Stufe wie etwa die Lesetäuschungen bei tachistoskopischem Sehen[1]).

Bis zu einem gewissen Grade verhält es sich auch tatsächlich so; nur wäre es verkehrt, darüber einen wichtigen Unterschied zu übersehen, der dennoch besteht und bestehen muß, sollen die schon gewonnenen Ergebnisse nicht wieder preisgegeben werden. Zur Entstehung einer Lesetäuschung ist außer dem gesamten psychischen Tatbestande der Assimilation selber nichts weiter vonnöten als die

---

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psych. [5], Bd. 3, S. 602 ff., ferner J. Zeitler, Tachistoskopische Untersuchungen über das Lesen, Philos. Stud. Bd. 16, S. 380 ff.

Wahrnehmung des exponierten Bildes. In unserem Falle aber bedarf es vor allem des relativ kontinuierlichen Übergangs vom alten Bilde zum neuen: es bedarf mit anderen Worten der Tatsache der Identifikation, die als solche durch ein formales Gesetz geregelt ist. Zu ihr treten die Assoziationen nur sekundär hinzu, und niemals können sie das Zustandekommen solcher Bewegungen hindern, die durch das rein formale Gesetz bereits eindeutig besitmmt sind.

Wenn Herr Tridapalli das Fahrrad »rückwärts« bewegt sah, so schien es ihm gleichwohl auf der Stelle zu verharren: die Assoziationen an eine »wirkliche«, d. h. erfolgreiche Rückwärtsbewegung, die hier doch gewiß so stark waren wie nur irgend möglich, reichten also nicht aus, deren Wahrnehmung zustande zu bringen. Dazu hätte das zweite Bild ein wenig seitwärts vom ersten exponiert werden müssen: bei den gewöhnlichen Bildstreifen des Dädaleums geschieht dies ja auch häufig, und zwar bekanntlich auf sehr einfache Weise: man wählt nämlich die Gesamtzahl der Streifenbilder um eine Einheit größer oder kleiner als die der Spalte: bei ihrem immer gleichen Abstande muß das ein gesetzmäßiges seitliches Fortrücken der Expositionsstelle zur Folge haben.

Kinematographische Vorführungen geben nicht selten zu einer Beobachtung Gelegenheit, die ebenfalls hierher gehört. Die Zeitschrift »Prometheus« brachte vor einiger Zeit folgende Mitteilung[1]).

Der Einzug des Königs von Spanien in Berlin wird in Lichtbildern wiedergegeben.

Alles ist in bester Ordnung: voran traben die Kürassiere, die Wagen fahren flott vorwärts und hinterher sprengen wieder Berittene. Über die Maßen verwunderlich aber ist eins: die Räder an den Wagen drehen sich sämtlich rückwärts, sodaß es scheint, als müßten sie sich jeden Augenblick samt ihren Achsen von den Wagenkästen loßreißen. Der Beobachter, aufs höchste überrascht, findet keine Erklärung des Wunders, besucht von neuem kinematographische Vorführungen und sieht denselben Vorgang noch einmal, jedoch nach einer anderen Aufnahme: jetzt aber stehen die Räder still — von kleinen Schwankungen abgesehen, »es schien, als ob

[1]) Prometheus, Jahrgang 1906, S. 237 ff.; der Autor des Artikels ist Oberstabsarzt Dr. Sehrwald.

sie eine unsichtbare Macht festhielte und dabei doch nicht stark genug wäre, das Vorwärtsfahren der Wagen selber zu hemmen«.

Für uns ist die Erscheinung nichts neues: sie entspricht aufs beste unseren früheren Experimenten über den rhythmischen Phasenausfall, nur mit dem Unterschiede, daß hier bereits der photographische Apparat die Funktionen ausgeübt hat, die in unserem Falle dem Experimentator zufielen. Von eigenem Interesse ist dagegen das Überraschende dieser Beobachtung, und das liegt offenbar in dem grotesken Gegensatz des unmittelbar wahrgenommenen zu jedweder früheren Erfahrung. Alles spricht hier gegen die Radbewegung: der Zug wie sein Gefolge, vor allem aber die Wagen selber, die deutlich vorwärts fahren; und trotzdem wird sie so widersinnig gesehen, wie es das rein formale Gesetz vorschreibt.

XXII. Der »Bewegungseindruck« ein Assimilationsprodukt.

All das lehrt nun aber gewiß nicht, daß der gesamte Bewegungseindruck von Assimilationen unabhängig ist: vielmehr gilt das lediglich von seiner Grundbedingung, von der in der unmittelbaren Anschauung verwirklichten »Identifikation«[1]). Nichts jedoch hindert uns an der Annahme, daß die vollzogene Identifikation ihrerseits Assoziationen auslöst, durch welche dieser an sich natürlich völlig subjektive Vorgang als Bewegung gedeutet wird.

Genauer scheint dies folgendes zu besagen: die gesehene räumliche Veränderung des einen (identisch bleibenden) Gegenstandes — in der ja an sich unmöglich schon Bewegung enthalten ist — verschmilzt mit reproduzierten Elementen einer ähnlichen früheren Erfahrung zu einer Einheit. In jener früheren Erfahrung aber war die räumliche Veränderung eine Bewegung: also wird auch die Bewegungsvorstellung mitreproduziert. Durch deren assimilative Verschmelzung mit dem unmittelbaren Eindruck entsteht dann die »gesehene« Bewegung.

Gegen diese Auffassung erhebt sich jedoch ein Bedenken. Es

[1]) Natürlich steht damit nicht im Widerspruch, daß, sobald nur das formale Gesetz mehrere Identifikationen zuläßt, assoziative Faktoren für die jeweilige Bevorzugung einer von ihnen entscheidend sein können: hierfür spricht eben der Fahrradversuch.



fügen sich ihr nämlich nicht alle unsere Beobachtungen gleich ungezwungen. Wir haben bereits Täuschungen kennen gelernt, bei denen die Sicherheit ihres Eintretens in gar keinem Verhältnis steht zu der Häufigkeit desjenigen, was allenfalls in der Erfahrung als ihre Grundlage gelten könnte. Kaum jemals sehen wir einen Kreis sich zu einem größeren Kreise oder einer Ellipse erweitern und niemals vollends sich in die Gestalt eines Dreiecks hineinbewegen. Und doch nehmen wir solche Bewegungen selbst dann noch wahr, wenn lediglich die beiden fraglichen Figuren exponiert sind. Freilich treten in solchen Fällen die Figuren selber viel stärker hervor als alles, was sonst noch gesehen wird: die Bewegung ist in hohem Maße diskontinuierlich, ja es ist schlechterdings unmöglich, über das, was außer den objektiven Faktoren der Exposition an der Erscheinung beteiligt ist, überhaupt eine bestimmtere Aussage zu machen. Das hindert aber den Bewegungseindruck nicht im mindesten: denn die Figuren selber erscheinen keineswegs ruhend, sondern erhalten einen eigentümlichen, nicht weiter zu beschreibenden »Bewegungscharakter«.

So äußerte Herr Mittenzwey: die Figuren erscheinen bewegt, aber es fehlt jede Möglichkeit, sich über die Einzelheiten dieser Bewegung in anschaulicher Weise Rechenschaft zu geben. Trotzdem ist auch im Momente der Exposition der unmittelbare Eindruck der Bewegung vorhanden.

Zweifellos also können wir auch solche Bewegungen stroboskopisch wahrnehmen, für die sich in der sonstigen Erfahrung keine Analogien auffinden lassen. Doch ist es nicht nötig, deshalb unsere Annahme ganz aufzugeben: sie bedarf nur der Modifikation.

Nichts zwingt uns im Grunde, bei einer solchen assimilativen Vermittlung des Bewegungseindrucks an bestimmte bewegte Gegenstände zu denken. Das Problem ist viel allgemeiner: es wird nach den Faktoren gefragt, die zu der bloßen Identifikation von Gebilden, die in ihren räumlichen Eigenschaften differieren, noch hinzutreten müssen, um eine Bewegungswahrnehmung herbeizuführen: denn nicht nur besteht das Bewußtsein, daß die beiden Figuren trotz ihrer Verwandlung »dasselbe« bleiben, sondern wir sind außerdem noch von dem Vorhandensein einer kontinuierlichen Reihe von Zwischenstufen überzeugt — nämlich überzeugt, soweit der unmittelbare Eindruck in Frage kommt.

Vielleicht ist es nützlich, sich zu vergegenwärtigen, daß jede Analogie zu dieser Tatsache fehlt, wenn es nicht räumliche Eigenschaften sind, in denen die Figuren voneinander abweichen, sondern etwa solche der Farbe: hier werden die Figuren einfach identifiziert und zugleich entsteht natürlich der Eindruck des Farbenwandels: von einer Ergänzung von Zwischenstufen dagegen ist keine Rede.

Es erhebt sich nun die Frage, ob eine solche Ergänzung, ob also — mit anderen Worten — die Vorstellung einer Bewegung in allen Fällen eintritt, in denen Identifikation des räumlich differierenden besteht. Muß dies bejaht werden, so ergibt sich eine ungemein einfache Lösung des ganzen Problems. Wir brauchen nämlich nur anzunehmen, daß jede derartige unmittelbar erlebte Identifikation assoziativ eine Bewegungsvorstellung auslöst. Daß dies geschehen kann, ist ohne weiteres verständlich: Identität des räumlich verschiedenen ist die konstante Begleiterscheinung jeder irgendwie vorgestellten oder auch nur abstrakt gedachten Bewegung und muß es sein. Es wird ja Bewegung sogar meist schlechthin als Ortsveränderung definiert; und doch ist das gewiß nur dann richtig, wenn man Veränderung von vornherein als sukzessive Veränderung über ein räumliches Kontinuum hinweg auffaßt. Die Möglichkeit des bloßen Ortswechsels ohne Bewegung, wie er bei den stroboskopischen Täuschungen in Frage kommt, scheint so paradox oder doch so unwahrscheinlich, daß sie die Definition gar nicht berücksichtigt.

In der Tat sind für uns Bewegungsrelation und Ortswechsel aufs engste verbunden. Zugleich ist diese Verbindung von jeder speziellen Erfahrung über Bewegungen unabhängig, sie ist insbesondere unabhängig von allen Gesichtswahrnehmungen. Ortsveränderung ohne Bewegung ist selbstverständlich auch für den Blinden ein Unding.

Eben deshalb aber führt nun überhaupt die Vorstellung eines Ortswechsels zugleich die der entsprechenden Bewegung herbei. Und darin liegt ein ganz allgemeines Gesetz: selbst wenn — etwa durch die Kunststücke eines Taschenspielers oder Spiritisten — »derselbe« Gegenstand rasch hintereinander an völlig verschiedenen Orten sichtbar wird, vermag sich schwerlich jemand des Gedankens zu erwehren, daß ein räumlicher Übergang vom ersten zum zweiten Orte stattgefunden hat — wenn auch vielleicht ein Übergang höchst rätselhafter Art und am Ende gar auf Wegen, die

unserer Anschauung verschlossen sind, so doch unter allen Umständen ein in die objektive Welt verlegter Übergang, eine Bewegung. Voraussetzung ist nur, daß wir von der Identität oder Einheit des erst hier, dann dort wahrgenommen auch wirklich überzeugt sind. Je deutlicher dieses Identitätsbewußtsein aber ist, um so sicherer muß dann auch das der Bewegung eintreten. Wird es vollends nicht erschlossen oder auf Grund eines Erinnerungsvorgangs wahrgenommen, sondern wie bei unseren Versuchen unmittelbar erlebt, so ist ohne Zweifel auch die Verknüpfung mit der Bewegungsvorstellung am festesten und wirkungsvollsten. Dabei wird unter Bewegungsvorstellung zunächst gar nichts weiter verstanden, als das Bewußtsein, daß zwischen den vorgestellten bzw. wahrgenommenen Figuren Zwischenphasen bestehen. Über die Art und Weise dieses Bewußtseins jedoch ist noch keine Voraussetzung gemacht.

Nun aber liegt die Annahme nahe, daß hier das geschieht, was auch sonst in ähnlichen Fällen zu geschehen pflegt. Man denke etwa an die assoziativen Faktoren des Tiefenbewußtseins und an jene Tatsachen, die als relative Unabhängigkeit der scheinbaren Objektgröße von der Größe des Gesichtswinkels bezeichnet werden könnten: die Differenz in der scheinbaren Größe von Sonne und Mond, wenn sie im Zenith und wenn sie im Horizont stehen, liefert vielleicht das beste Beispiel[1]). In allen solchen Fällen werden die direkt — d. h. in unmittelbarem Anschluß an die peripheren Grundlagen — entstehenden Wahrnehmungen dermaßen durch assimilative Einflüsse umgestaltet, daß alles Wahrgenommene direkt gegeben zu sein scheint. Besonders aber sind auch hier die wirkenden Assimilationen nicht auf Grund einzelner Erfahrungen an bestimmten Objekten entstanden, sondern auf Grund der ganz allgemeinen Erfahrung von Entfernung und Größe überhaupt[2]).

In unserem Falle gilt Analoges: das assoziativ gegenwärtige Bewegungsbewußtsein verschmilzt in ganz derselben Weise mit den direkt wahrgenommenen Elementen. Und dadurch entsteht dann jener eigentümliche »Bewegungscharakter« der einzelnen Phasen.

---

[1]) Wundt, Physiol. Psych. [5], Bd. 3, S. 529 u. an vielen anderen Stellen.

[2]) Vgl. Wundt, a. a. O. 2. Bd. S. 640.

Daß er wirklich an den exponierten Phasen zu haften scheint, zeigt wieder der »Zweikreuzversuch« am deutlichsten, und zwar besonders in den Fällen, in denen die Unterbrechungen der Exposition deutlich bemerkt werden, also bei Intervallen von 0,5—0,6 Sek.: dann nämlich sind die gesehenen objektiven Phasen mehr isoliert und deshalb der Analyse besser zugänglich. Ich gebe die Äußerungen einiger Versuchspersonen wieder.

Herr Köhler: Es scheint, als ob sich die Speichen, auch während sie gesehen werden, ganz wenig drehten.

Herr Dr. Witwitzki: Die Speichen ruhen (im Moment der Exposition) gleichsam aus, stehen aber doch nicht wirklich still.

Herr Dr. Heidenhain hatte wiederholt den Eindruck des »Schnappens«, d. h. die Speiche schien plötzlich zu ruhen, aber erst am Ende, nicht am Anfang der jeweiligen Exposition. Alle anderen Beobachter — unter ihnen Herr Prof. Witasek aus Graz, der sich einmal vorübergehend an den Experimenten beteiligte — hatten einfach den Eindruck der Bewegung.

Noch aber fehlt die Beantwortung der Hauptfrage. Ist unser Einheitsbewußtsein wirklich stets mit dem Bewegungseindruck verbunden, oder gibt es vielleicht dennoch Fälle, in denen »Phasenbilder«, d. h. Figuren, die in ihrer räumlichen Beschaffenheit irgendwie ähnlich sind, zwar unmittelbar identifiziert werden, aber gleichwohl des Bewegungscharakters entbehren?

Dagegen sprechen zunächst alle bisherigen Versuche. Die beiden Intervallgrenzen bezogen sich nur dann auf bloße Identifikation, wenn die dargebotenen Bilder keine merkbaren räumlichen Differenzen aufwiesen: das aber kommt für unser Problem gar nicht in Frage. In allen anderen Fällen aber erschien und schwand mit der Identifikation zugleich auch der Bewegungseindruck.

Noch beweisender ist folgendes: Werden zwei einfache Figuren — am besten bloße dicke Striche — in verschiedener Lage exponiert, so bewegen sie sich scheinbar aus einer Lage in die andere; immer aber gelingt es, schließlich eine solche Lage ausfindig zu machen, bei der der betreffende Beobachter keine Bewegung mehr sieht: sofort werden dann aber auch zwei verschiedene Striche gesehen[1]).

[1]) d. h. natürlich nur: der unmittelbare einheitliche Eindruck ist zerstört: auf Grund einer Überlegung kann eventuell noch immer Identität konstatiert wer-

Dagegen entsteht niemals der Anschein, als tauche derselbe Gegenstand an der neuen Stelle ganz unvermittelt auf — gleichsam durch plötzlichen Zauber dorthin versetzt: sondern stets bemerkt man noch außerdem ein Hüpfen, ein Schnellen, eine Art Ruck — kurz eine Bewegung.

Nun läßt sich fragen, wie groß unter solchen Bedingungen die räumliche Verschiedenheit der exponierten Objekte sein kann, um noch einen Bewegungseindruck zu ergeben. Es ist jedoch ungemein schwer, hier ein allgemein gültiges Maß der Verschiedenheit aufzufinden. Figuren, von denen ich die Erscheinung mit Sicherheit erwartete, enttäuschten mich oft. Wenn ich z. B. in dem doch sonst sehr modifizierbaren Zweikreuzversuch die Arme des einen Kreuzes sich nach der Peripherie zu stark verbreitern und dann nach der Mitte hin sich verjüngen ließ, so wurde von mir selbst zwar immer noch, sonst aber von keinem Beobachter Identität und Bewegung gesehen. Dagegen reckten, dehnten und drehten sich Dreieckseiten in die Lage beliebiger Polygonseiten hinein[1]), ein auf die Spitze gestelltes Quadrat senkte sich auf die Seite und hob sich wieder, und Kreise verwandelten sich — wachsend und schrumpfend — in Ellipsen, ja selbst in beliebige geradlinige Figuren — ungezwungen und für alle Beobachter.

Es schien geboten, aus dieser großen Mannigfaltigkeit den einfachsten Fall herauszugreifen. Der aber war offenbar die bloße Exposition zweier Kreise von verschiedenem Durchmesser.

Ich stellte mit den Herren Dr. Mittenzwey und Dr. Tsukahara eine Reihe von Versuchen an, in denen ich zwei kreisrunde schwarze Scheiben exponierte, deren Durchmesser in Abständen von je 5 mm von 1 bis 10 cm fortschritt. Die Objekte wurden in zwei getrennten Reihen exponiert: einmal bei der gewöhnlichen Geschwindigkeit, also mit Intervallen von 0,2 Sek., dann aber ohne Verschmelzung mit Intervallen von 0,6 Sek. Zunächst zeigte sich nun, daß, soweit überhaupt eine Täuschung eintrat, immer nur eine einzige Bewegung gesehen wurde: nämlich eben die des schon bekannten »Wachsens und

---

den. Selbstverständlich geht uns das hier nichts an und ist in den nun folgenden Versuchen überhaupt ausgeschlossen.

[1]) Es versteht sich von selbst, daß immer nur die beiden in Frage kommenden Figuren exponiert waren und sonst nichts weiter.

Schrumpfens«. Im übrigen waren die Ergebnisse, wie bei den bekannten starken subjektiven Differenzen zu erwarten war, auch hier wieder sehr schwankend, so daß es mir unzweckmäßig erschien, die Versuche zu subtilisieren. Immerhin ergab sich mit voller Sicherheit, daß der Unterschied der beiden Durchmesser ein auffallend großer sein konnte: selbst bei dem Intervall von 0,6 Sek. sah Herr Mittenzwey das Wachsen und Schrumpfen noch deutlich, wenn der eine Durchmesser das Dreifache des anderen betrug; etwas ungünstiger stellte sich das Ergebnis für Herrn Dr. Tsukahara: doch trat der Effekt auch für ihn noch in allen Fällen ein, in denen das Verhältnis der Durchmesser 1 : 2 betrug. In der anderen Versuchsreihe hingegen, also bei kleinerem Intervall, konnten sich die Durchmesser bei beiden Beobachtern wie 1 : 3 verhalten, ohne die Täuschung zu stören.

Der leicht verständliche Unterschied zwischen den beiden Versuchsreihen bestätigt ein schon von Fischer[1]) gefundenes Gesetz, nach welchem das Zustandekommen einer Bewegungsvorstellung um so eher eintritt, je geringer die Lagedifferenz der einzelnen Phasen ist; wir können es im Anschluß an unsere sonstige Ausdrucksweise folgendermaßen formulieren: Die unmittelbare Identifikation sukzessiv gebotener räumlich differierender Gebilde wird durch die zeitliche Nähe ihrer Wahrnehmungen begünstigt.

Die Hauptsache aber ist auch hier wieder, daß in allen Fällen, in denen kein Wachsen und Schrumpfen zu sehen war, eine numerische Verschiedenheit der Bilder konstatiert wurde.

Der innige Zusammenhang zwischen Identitäts- und Bewegungseindruck, der sich in dieser Tatsache ausspricht, läßt sich endlich noch viel deutlicher auf folgende Weise demonstrieren.

Ich wählte einmal ausnahmsweise sehr komplizierte Phasen, nämlich die einer menschlichen Figur. Man findet auf den sogenannten »Künstlerpostkarten« vielfach derartige Phasen dargestellt: die jedesmal folgende Karte bildet die Fortsetzung der vorangehenden. Natürlich sind diese Bilder nicht so aufeinander abgestimmt wie die stroboskopischen Zeichnungen oder gar die kinematographischen Photographien. Gerade das aber macht sie für unsere Zwecke geeignet.

[1]) Fischer, a. a. O. S. 144.

Ich benutzte eine Serie von vier solchen Karten, die die Bewegungen einer menschlichen Figur der Reihe nach wiedergaben.

Auf der zweiten und vierten Karte findet sich die Figur von vorn: die erste dagegen zeigt sie aus dieser Stellung nach seitwärts gekehrt, etwa in einem Winkel von 135°. Darauf dreht sie sich in die frontale Stellung der zweiten Karte und dann, auf dem dritten Bilde um etwas mehr als 90° in gleicher Richtung weiter, so daß nunmehr das Profil sichtbar zu werden beginnt; außerdem wird auch noch der Oberkörper ein wenig zur Seite gebeugt. Eine Zurückdrehung in die frontale Stellung folgt dann endlich auf der vierten Karte.

Die Exposition aller vier Phasen zeigte nun wirklich die dargestellte Bewegung, freilich sehr unstetig und folglich wenig natürlich. Welches Ergebnis aber trat ein, wenn nur die erste und die dritte Phase exponiert wurden? Hier war auf den ersten Blick auch jetzt noch deutlich, daß sich beide Bilder auf dieselbe Figur bezogen. Also konnte man — bei der geringen Ähnlichkeit, die für stroboskopische Versuche erforderlich ist — mit voller Sicherheit erwarten, daß die Bilder unmittelbar identifiziert wurden. Zugleich war doch jede Analogie zum früheren Eindruck ganz und gar ausgeschlossen: die Umkehrbewegung war unmöglich gemacht. Denn dabei mußte die Figur offenbar einen Moment lang von vorn zu sehen sein: es hätte also — von anderen Schwierigkeiten abgesehen — das nunmehr objektiv so gut wie gar nicht vorhandene Gesicht der Figur auf assoziativem Wege konstruiert werden müssen: und damit wäre denn doch den Assoziationen ein wenig zuviel zugemutet. Kurz: wenn überhaupt in einem Falle, so war hier mit Sicherheit zu erwarten, Identifikation werde ohne gleichzeitigen Bewegungseindruck eintreten.

Was aber geschah? Solange noch Verschmelzung fehlte, war gar kein einheitliches Bild vorhanden, dann aber sah man dennoch Bewegung — freilich eine ganz unerwartete. Alle Beobachter (Herr Dr. Urban, Herr Dr. Heidenhain und ich selber) hatten wieder den Eindruck des »Wachsens und Schrumpfens«, die eine Figur schien in die andere hinüberzuwachsen: genau wie die Kreise und Ellipsen; sie machte also eine empirisch ganz unmögliche, in der Erfahrung niemals verwirklichte Bewegung.

Damit scheint mir erwiesen, daß es nicht Einwirkungen be-

stimmter früherer Erfahrungen sind, die den Bewegungseindruck erzeugen. Vielmehr kommen solche Einflüsse nur sekundär in Frage: sie sind nicht entscheidend für den Eintritt der Bewegungswahrnehmung überhaupt, sondern nur für die Art und Weise, in welcher, oder für den Weg, auf welchem die auch so schon ermöglichte Bewegung vor sich geht. Sie geht aber unter allen Umständen vor sich, wenn bei merkbarer räumlicher Abweichung dennoch auf Grund der unmittelbaren Anschauung ein Einheits- oder Identitätsbewußtsein entsteht. Dieses Bewußtsein muß unter der genannten Bedingung ein Bewußtsein der Bewegung hervorrufen, welches assimilativ mit den gegenwärtigen Sinneswahrnehmungen verschmilzt und ihnen den eigenartigen Bewegungscharakter verleiht[1]).

Verhält es sich aber so, so ist nichts verkehrter, als von einer Bewegungsempfindung zu sprechen. Die Empfindungen sind hier vielmehr gerade das, worin der »Bewegungscharakter« ganz gewiß nicht liegt[2]). Es besteht ja das einfache Gegenexperiment. Exponieren wir jedes der wenigen Phasenbilder, die eine Bewegung zusammen setzen, einzeln, aber unter denselben objektiven Bedingungen wie vordem, so erscheinen sie ruhend. Das »Mehr« also, das die beiden Eindrücke zur Bewegung umschafft, ist gewiß kein Faktor, der in den Eindrücken an und für sich liegt, es ist nichts, das auf Grund allgemeiner psychologischer Gesetzmäßigkeit schon mit den einzelnen Reizvorgängen selber gegeben wäre, sondern die Resultante aus mehreren derartigen Vorgängen. Sollte man daher unter »Sehen« lediglich das bloße Haben von Gesichtsempfindungen verstehen wollen, so wäre es unzweifelhaft grundfalsch zu sagen: Bewegungen werden gesehen.

Andererseits bleibt doch bei der Eigentümlichkeit assimilativer Wirkungen durchaus der Charakter des sinnlichen Eindrucks erhalten: und deshalb muß in diesem Sinne doch wieder gesagt werden, daß wir Bewegungen sehen. Aber das ist am Ende lediglich Sache des Ausdrucks.

Wichtiger scheint mir folgendes. Wenn der Bewegungscharakter

---

[1]) Vgl. oben S. 531.

[2]) Ebenso geht aus dem Gesagten hervor, daß es des Hilfsbegriffs einer »Gestaltqualität der Bewegung« zur Erklärung jenes »Bewegungscharakters« in keiner Weise bedarf.

assimilativ an den einzelnen sinnlichen Eindrücken haftet, so haftet er doch keinesfalls gleichmäßig an ihnen allen. Vielmehr müssen bestimmte Phasenbilder stets durch das Fehlen dieses Charakters ausgezeichnet sein. Im Grunde ist das selbstverständlich: wird ein und dasselbe Rad zehnmal hintereinander in derselben Lage exponiert und erst das elfte Mal in einer neuen, so fehlt natürlich den zehn ersten Wahrnehmungen jeder Bewegungscharakter und erst mit dem Beginn der elften kann überhaupt von einem Bewegungseindruck die Rede sein. Daraus ergibt sich die einleuchtende Regel, daß das erste Bild jeder neuen Bewegung des Bewegungscharakters entbehren muß. Das zeigt sich schon in unseren Zweiphasenversuchen aufs beste. Dem kleineren Kreise z. B. fehlt der Charakter des Wachsens; dieser kann erst bei Exposition des größeren entstehen. Genau so haftet der Eindruck des Schrumpfens lediglich an der Wahrnehmung des kleinen Kreises. Die Erscheinung kompliziert sich, wenn die einander entgegengesetzten Bewegungen durch mehr als zwei Phasenbilder dargestellt werden. Das ist — teilweise wenigstens — bei den Versuchen Fischers der Fall. Wie wir wissen, handelt es sich dort erst um die Auf- und dann um die Abwärtsbewegung eines Punktes. Jeder Punkt ist von seinem Nachfolger um eine Strecke entfernt, die der Größe nach immer, der Richtung nach aber in einer jeden Hälfte der Punktreihe konstant bleibt. Die beiden Strecken, die den zentral gelegenen Punkt von seinen zwei Nachbarpunkten trennen, sind also — ihrer Exposition nach — entgegengesetzt gerichtet. Dieser Zentralpunkt ist nämlich als Umkehrpunkt gedacht. Er bedeutet die letzte Phase der aufwärts und zugleich die erste der abwärts gerichteten Bewegung. Nun wissen wir aber, daß jedes erste Phasenbild einer neu einsetzenden Bewegung des entsprechenden Bewegungscharakters entbehren muß. Also ist unser Punkt in Wahrheit gar kein Umkehrpunkt, sondern lediglich der Träger der alten Bewegung. Die nach abwärts gerichtete Bewegung setzt erst mit dem nächstfolgenden Punkte ein. Es muß sich zwischen der Exposition der beiden fraglichen Punkte der schroffe Gegensatz geltend machen, den die umstehende Figur (Fig. 8) zu veranschaulichen sucht. Der Richtungsumschlag wird dadurch viel bemerkbarer, als es der Absicht der Streifenzeichnung entspricht. Ganz dieselben Betrachtungen gelten natürlich auch für den untersten Punkt. Auch

ist fernerhin klar, daß die Erscheinung um so deutlicher eintreten muß, je stetiger die Bewegung vor und nach der Umkehr an und für sich schon ist. Denn die Unterbrechung eines kontinuierlichen

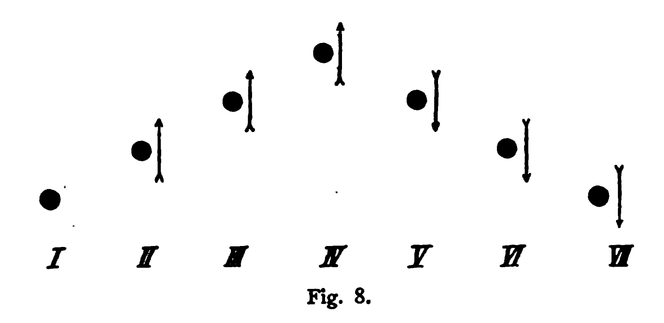


Fig. 8.

Vorgangs ist zweifellos merkbarer als die eines selber schon diskontinuierlichen. Die Stetigkeit ist aber, wie unsere Ausfallversuche gelehrt haben, abhängig von der Anzahl der zu einer vorgeschriebenen Bewegung exponierten Phasen. Also wird die Erscheinung dann am sichtbarsten werden, wenn möglichst viel Phasen, 24, 36 oder noch mehr exponiert sind.

Alles das entspricht nun Beobachtungen, die schon Fischer[1]) gemacht hat — seiner Erklärung freilich nicht im mindesten: er sucht nämlich die Erscheinung mit der plötzlichen Unterbrechung in Zusammenhang zu bringen, die wir spüren, wenn wir bei einer Eisenbahnfahrt das scheinbare Auf- und Abschwingen der Telegraphendrähte verfolgen und dabei eine der Stangen in unser Gesichtsfeld tritt[2]). Es wurde schon an einer früheren Stelle[3]) gezeigt, daß diese Analogie keineswegs zutrifft.

Aus der eben entwickelten Anschauung ist aber auch verständlich, daß jenes Störungsphänomen aufhören muß, sobald nur solche Punkte exponiert werden, die in gleichen Horizontalabständen auf einer Sinuslinie liegen: denn dann entstehen offenbar Sinusschwingungen, die in ihren Umkehrpunkten schon so wie so der Bewegung entbehren.

Wie man sieht, ist die Grundlage aller dieser Betrachtungen sehr

---

[1]) Fischer, a. a. O. S. 150 f.

[2]) Fischer, a. a. O. S. 151.

[3]) Siehe oben S. 408 Anm. 1.

einfach: sie besteht in der Tatsache, daß zum Zustandekommen eines Bewegungseindrucks nur zwei Phasenbilder erforderlich sind, diese zwei aber auch unter allen Umständen. Es ist jedoch zweckmäßig, hier das Wort Phasenbild zu vermeiden: denn im Begriff der Phase ist die Bewegungsrelation bereits mitgedacht: und gerade sie darf doch am allerwenigsten gleich vorausgesetzt werden. Vielleicht spricht man deshalb besser von zwei räumlich verschiedenartig bestimmten Gesichtseindrücken, die aber doch ähnlich genug sind, um — wenn sie einander schnell genug folgen — unmittelbar auf ein und dasselbe Objekt bezogen zu erscheinen.

Diese Formulierung hat noch einen besonderen Vorteil: sie läßt es völlig dahingestellt, ob eine Täuschung vorliegt oder nicht: sie gilt ebensogut für wirkliche Bewegungen. Dadurch erhebt sie sich aber zu einer allgemeinen Bestimmung des Sehens von Bewegungen überhaupt. Wenn zwei oder mehr rasch sukzedierende Gesichtswahrnehmungen, die auch sonst die erwähnten Eigenschaften haben, »identifiziert« werden, so ist alles vorhanden, was zur Erzeugung eines Bewegungseindrucks erforderlich ist, und es ist dabei ganz gleichgültig, ob jene Wahrnehmungen von einem einzigen bewegten Gegenstande ausgehen oder aber von mehreren ruhenden Bildern.

Die stroboskopischen Bewegungserscheinungen sind nichts als ein besonders eklatanter Fall dieses auch sonst bestätigten Gesetzes: nur sind sie durch den Hinzutritt einer Täuschung unseres Identitätsbewußtseins noch besonders gekennzeichnet. Alles andere findet sich überall, wo überhaupt Bewegungen gesehen werden.

Das braucht nicht zu überraschen: daß die bloße sukzessive Reizung eines Netzhautkontinuums allein nicht ausreicht, haben wir schon früher erkannt[1]), jetzt erfahren wir, daß sie nicht einmal notwendig ist. Zudem wird ja unser Netzhautkontinuum selber erst auf Grund assimilativer Einflüsse zu einem räumlichen Kontinuum, wie es die Bewegungswahrnehmung doch ganz gewiß erfordert. Auch findet bei Bewegungen, die in die Tiefe gerichtet sind, gar keine Durchwanderung einer zusammenhängenden Netzhautstrecke statt, wenigstens nicht in dem Sinne, in dem man dies gewöhnlich bei Bewegungen voraussetzt. Und wie steht es vollends um die verbrei-

[1]) Vgl. oben S. 444.

tetsten Bewegungen, die wir zu sehen bekommen, um die Bewegungen lebender Wesen? Glaubt man, daß bei der Beobachtung laufender, springender, tanzender Menschen wirklich alle Phasen bemerkt werden, aus denen sich diese komplizierten Bewegungen zusammensetzen? Die Gehbewegung — sie braucht nicht einmal besonders schnell zu sein — zeigt uns nur die Anfangs- und Endstadien der einzelnen Schritte, trotzdem aber sehen wir sie. Das Kontinuum jedoch, das zwischen diesen beiden Stadien auf dem Netzhautbilde liegt, wird verschwindend wenig und zudem auf eine Weise gereizt, die für die Bewegung nicht in Betracht kommt: denn der Nachbildstreifen an sich fördert die Bewegungswahrnehmung nicht, sondern hemmt sie; und wo bleibt vollends der Nachbildstreifen im Halbdunkel?

So erklärt es sich auch am ungezwungensten, daß Momentphotographien gehender Personen, wie wir sie in der »Woche« und ähnlichen Zeitschriften mehr als reichlich zu Gesicht bekommen können, nicht selten einen überaus unnatürlichen Eindruck hervorrufen und jedenfalls ganz anders erscheinen als Gemälde oder Zeichnungen, die Ähnliches darstellen. Hier hat eben der Apparat gerade eine solche Phase erwischt, die in Wirklichkeit niemals gesehen wird.

Man sieht, wie außerordentlich unsere Behandlung des Bewegungsproblems sich von derjenigen Sterns unterscheidet. Für Stern liegt darin das Problematische, daß trotz tatsächlicher Sukzession mehrere der gesehenen Bewegungsphasen gleichzeitig erscheinen müssen, um eine unmittelbare Bewegungswahrnehmung abzugeben. Doch besteht dieses Rätsel nur infolge einer unklaren Analyse. In Wahrheit sind die Phasen einer gesehenen Bewegung immer gleichzeitig, nämlich gleichzeitig in unserem Bewußtsein. Das aber tut der apperzeptiven Auffassung ihrer tatsächlichen Folge nicht den mindesten Abbruch.

Die Zahlen, die wir für die größtmöglichsten stroboskopischen Intervalle gefunden haben, können dies nur bestätigen: sie lassen sich recht gut mit den Messungen vereinigen, die über den Umfang des Bewußtseins bei sukzedierenden Reizen gemacht worden sind[1]).

Nur in einem Punkte ist es allerdings notwendig, Stern beizustimmen: in der entschiedenen Ablehnung jeder logischen Inter-

[1]) Vgl. Wundt, Physiol. Psych. [5], Bd. 3, S. 355 ff.

pretation der fraglichen Erscheinungen, wie sie von diesem Autor wenigstens postuliert wird. Die gefährlichste unter solchen Interpretationen aber ist die, nach welcher die gesehene Bewegung eine Art Spiegelbild der wirklichen Bewegung sein soll, eine womöglich physiologische Manifestation der von dem bewegten Körper durchlaufenen Raumstrecke. Gefährlich nenne ich diese Interpretation, weil sie der vulgären Auffassung, die ja überhaupt das Bewußtsein gern als einen Spiegel der äußeren Vorgänge zu betrachten sucht, sehr bedenkliche Konzessionen macht: Konzessionen, die dann zu einer prinzipiell verkehrten Psychologie führen müssen.

Ihnen entgegenzutreten, war die Hauptaufgabe der vorstehenden Erörterungen.

XXIII. Überblick.

Es sei versucht, noch einmal die Grundgedanken wiederzugeben.

Es ist gesagt worden: die stroboskopischen Erscheinungen beruhen auf den Tatsachen des Talbotschen Gesetzes. Daß sie auf denen des Gravitationsgesetzes beruhen, kann mit demselben Rechte behauptet werden. Sie haben mit beiden gleich wenig zu tun: nur eine Forschung, deren Methode in einem grundsätzlichen Verzicht auf psychologische Analyse besteht, kann zu einem solchen Ergebnis gelangen.

Die Verschmelzung spielt allerdings bei den stroboskopischen Erscheinungen eine Rolle: aber gewiß nicht im Sinne der Talbotschen Verschmelzung, die besser Mischung genannt würde, sondern tm Sinne jener einfachen Nachbildwirkung, durch die eine diskontinuierliche Bildfolge in eine kontinuierliche verwandelt wird. Dabei sehen wir ganz von den Apparaten ab, bei denen der Nachbildwirkung noch eine besondere technische Bedeutung zukommt: bei Dädaleum und Stampferscher Scheibe nämlich werden auf diese Weise — speziell durch die vorübergleitenden Spalte — die einzelnen Bilder, die in Wahrheit in fortwährender gleichmäßiger Bewegung begriffen sind, für unsere unmittelbare Auffassung in ruhende Gebilde umgesetzt. Beim Kinematographen dagegen und allen ähnlichen Vorrichtungen werden die Bilder bereits ruhend exponiert: sie verharren während der Exposition an derselben Stelle. Denn es ist das wichtigste Grundgesetz der Stroboskopie,

daß die Eigenbewegung der vorgeführten Bilder dem Beobachter entzogen sein muß. Auch wenn jedoch im Moment der Exposition gar keine Bewegung vorhanden ist, muß doch wenigstens der nun einmal unumgängliche Bildtransport vor ihr und nach ihr verdeckt werden. Das geschieht in allen Fällen einfach durch einen dunkeln Schirm. Nunmehr besteht ein ständiger Wechsel von an sich unbewegten Bildern und dunklen Pausen. Werden die Pausen möglichst abgekürzt, so kann schließlich bei genügender Helligkeit durch Nachbildwirkung der Anschein eines einzigen kontinuierlich exponierten Gebildes von annähernd konstanter Intensität und gleichbleibendem oder aber auch sehr bedeutend wechselndem sonstigen Aussehen erzeugt werden.

Es ist zweckmäßig, diese Tatsache als Verschmelzung zu bezeichnen. Dann ist aber noch immer kein Grund vorhanden, diese Verschmelzung als alleinige Ursache der stroboskopischen Täuschungen anzusprechen. Die Hauptsache bleibt stets, daß die einzelnen Bilder einander ähnlich genug sind, um unmittelbar als Vertreter eines einzigen Gegenstandes zu erscheinen: denn im anderen Falle erhält man den Eindruck einer kontinuierlichen Reihe numerisch verschiedener Bilder.

Aber noch mehr: die Verschmelzung ist überhaupt nicht einmal erforderlich. Der Eindruck eines einzigen, ständig gegebenen und sogar bewegten Gegenstandes kann selbst dann noch entstehen, wenn die Pausen zwischen den Expositionen deutlich bemerkt werden. Da die beim Dädaleum allerdings stets notwendige Nachbildwirkung nur technische Bedeutung hat, so sind also die stroboskopischen Täuschungen ohne jedwede Verschmelzung möglich: die Behauptung, sie beruhten auf Nachbildern oder auf Verschmelzung, ist daher schlechterdings falsch. Nur eine unterstützende Bedeutung kann diesen Erscheinungen zugewiesen werden.

Fragt man, wie es kommt, daß trotz merkbarer Unterbrechungen Bewegung »gesehen« wird, so muß auf die allgemeinen Grundlagen des Sehens von Bewegungen verwiesen werden. Damit nämlich eine Bewegung gesehen wird, ist zunächst nötig, daß mindestens zwei Gesichtswahrnehmungen nacheinander bestehen, die in ihren räumlichen Bestimmungen wenig genug voneinander abweichen, um identifiziert, d. h. auf einen einzigen Gegenstand bezogen werden zu können.

Zweitens aber muß diese Identität oder Einheit unmittelbar erlebt werden, und dazu ist nötig, daß die beiden fraglichen Wahrnehmungen rasch genug aufeinander folgen, um als ein einziges, einheitliches Ganze im Bewußtsein zu wirken. Die zweite darf nicht etwa die erste durch einen Erinnerungsvorgang reproduzieren: sondern beide müssen gleichzeitig im Bewußtsein vorhanden sein, nämlich gleichzeitig in dem Sinne, in welchem dies vom gesprochenen Wort oder einer kurzen Reihe von Taktschlägen ebenfalls behauptet werden muß. Das Bemerktwerden einer Unterbrechung verträgt sich recht wohl mit solcher »Bewußtseinssimultanität«: nur sind dann im entsprechenden Falle nicht zwei, sondern drei Wahrnehmungen gleichzeitig im Bewußtsein.

Identität des räumlich unterschiedenen ist aber nicht vorstellbar ohne den Gedanken an Bewegung oder an das Bestehen von Zwischenphasen. Bei der zwingenden Deutlichkeit, mit der die Einheit der beiden Gesichtsbilder erlebt wird, verschmilzt dieses Bewegungsbewußtsein assimilativ mit den sinnlich wahrgenommenen Elementen, so daß diese einen eigentümlichen Bewegungscharakter erhalten, der aber ebensowenig eine Empfindung genannt werden darf wie etwa die sekundären Faktoren des Tiefenbewußtseins und ähnliches.

Während nun bei den gewöhnlichen Bewegungen die »unmittelbar identifizierten« Wahrnehmungsinhalte auch wirklich jeweils einem einzigen Gegenstande entsprechen, ist das bei den stroboskopisch gesehenen Bewegungen nicht der Fall: sie sind daher »Identifikationstäuschungen«, und zwar speziell solche, bei denen das Bewußtsein entsteht, es sei ein in Wahrheit mindestens numerisch verschiedenes in der unmittelbaren Wahrnehmung als konstante Einheit gegeben: kurz es handelt sich bei ihnen um Identifikation derselben Art, wie sie oben schon geschildert wurde.

Deshalb ist es zweckmäßig, alle derartigen Täuschungen als stroboskopische Erscheinungen zu bezeichnen, ganz gleichgültig, ob sie durch die gebräuchlichen Apparate hervorgebracht werden oder nicht. Tatsächlich ist dies bisher auch — im allgemeinen wenigstens — bereits geschehen.

Berichtigung.

In unserer Arbeit »Die Bestimmung der Aufmerksamkeitsverteilung innerhalb des Sehfeldes mit Hilfe von Reaktionsversuchen« ist auf S. 392 zu lesen:

1. Zeile v. o. statt »den vier« »durchschnittlich vier«
und 4. » » » » »27 216 σ« »28 221 σ«.

Vgl. hierzu die zweite Anmerkung der Fortsetzung.

A. Kästner und W. Wirth.

DATE ISSUED	DATE DUE	DATE ISSUED	DATE DUE
[illegible]			

